

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

Návrh stavebně-technických úprav na křižovatce

Studentská – Opavská v Ostravě-Porubě

Proposition of Build-Technical Modifications of Intersection

Studentská – Opavská in Ostrava-Poruba

Student:

Bohuslav Zemánek

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Olivková Ivana Ph.D.

Zadání bakalářské práce

Student: **Bohuslav Zemánek**

Studijní program: B2341 Strojírenství

Studijní obor: 2301R002 Dopravní technika

Téma: **Návrh stavebně-technických úprav na křižovatce Studentská – Opavská
v Ostravě-Porubě**
**Build-Technical Modifications of Intersection Studentská – Opavská in
Ostrava-Poruba Proposal**

Zásady pro vypracování:

Cíl práce:

V práci budou provedeny průzkumy intenzit a složení dopravních proudů, příp. chodců. Bude provedeno měření rychlostí vozidel na hlavní pozemní komunikaci. Cílem bude navrhnout několik variant řešení dané křižovatky za účelem zvýšení bezpečnosti účastníků silničního provozu. Práce bude obsahovat potřebné kapacitní výpočty a výkresovou dokumentaci.

Osnova:

1. Úvod
2. Popis dané křižovatky, provedení dopravních průzkumů, měření rychlostí vozidel
3. Dopravní nehodovost a konfliktní situace
4. Návrhy úprav pro zvýšení bezpečnosti účastníků silničního provozu (výpočty, výkresová dokumentace)
5. Zhodnocení návrhů
6. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

Křivda, V. Základy organizace a řízení silniční dopravy. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2006. 170 s.
ISBN 80-248-1253-3

Technické podmínky TP 81. Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení silničního provozu. Brno: CDV, Ministerstvo dopravy České republiky, 1996. 111 s. ISBN 80-902141-2-6

Technické podmínky TP 135. Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích. Ostrava: V-projekt, Ministerstvo dopravy a spojů České republiky, 2005

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Ivana Olivková, Ph.D.**

Datum zadání: 18.12.2009

Datum odevzdání: 21.05.2010



doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zemánek, B. *Návrh stavebně-technických úprav na křižovatce Studentská – Opavská v Ostravě-Porubě: bakalářská práce.* Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2010, 60 s. Bakalářská práce, vedoucí doc. Ing. Olivková Ph.D.

Bakalářská práce se zabývá návrhy vedoucími ke zvýšení bezpečnosti a plynulosti provozu na křižovatce Studentská – Opavská v Ostravě-Porubě.

V první části práce je proveden popis, lokalizace a dopravní průzkum křižovatky. V dalších částech jsou provedeny návrhy neřízené křižovatky a světelného signalizačního zařízení. Poslední část obsahuje zhodnocení jednotlivých návrhů z hlediska bezpečnosti a z hlediska ekonomického.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

Zemánek, B. *Proposal of Build – Technical Modifications of Intersection Studentská – Opavská in Ostrava-Poruba: Bachelor Thesis.* Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Transport, 2010, 60 p. Bachelor Thesis, head: doc. Ing. Olivková Ph.D.

The bachelor thesis deals with proposals, leading to increased traffic safety and fluency at the intersection Studentská – Opavská in Ostrava-Poruba.

In the first part of the thesis consist of decription, location and direction survey. Next parts contains proposals of the uncontrolled intersection and the traffic lights. Last part of the thesis contains evaluation of the concepts based on the economical and the safety aspects.

Prohlášení bakaláře

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

Bohuslav Zemánek

Prohlašuji, že:

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 - školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářské práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB - TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB - TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB - TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB - TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mě požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB - TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., zákon o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě:

.....

Bohuslav Zemánek

Adresa trvalého pobytu studenta:

Hlavní Třída 893/12, 70800, Ostrava-Poruba

OBSAH

Seznam použitých symbolů a zkratk	8
Úvod	10
Popis dané křižovatky	11
Lokalizace a popis křižovatky Studentská – Opavská	11
Směrový dopravní průzkum křižovatky Studentská – Opavská	12
Vyhodnocení dopravního průzkumu	13
Měření rychlosti	15
Dopravní nehodovost a konfliktní situace	17
Dopravní nehody	17
Konfliktní situace na křižovatce Studentská – Opavská	17
Návrh stavebně technických úprav dané křižovatky	19
Návrh Světelného signalizačního zařízení	19
Základní pojmy a definice	20
Výpočet světelného signalizačního zařízení	22
Návrh neřízené stykové křižovatky	29
Zhodnocení návrhů z hlediska ekonomického a z hlediska bezpečnosti	44
Ekonomické zhodnocení SSZ	44
Ekonomické zhodnocení neřízené křižovatky	45
Bezpečnostní zhodnocení	46
Závěr	47
Seznam použité literatury	49
Přílohy	50
Seznam příloh:	50

Seznam použitých symbolů a zkratek

MHD ... městská hromadná doprava

j.v. ... jednotkové vozidlo

j.v/h. ... jednotkové vozidlo za hodinu

SSZ ... světelné signalizační zařízení

atd ... a tak dále

atp ... a tak podobně

obr ... obrázek

tab ... tabulka

voz ... vozidla

OKAS ... Ostravské komunikace a. s.

a_v [-]... stupeň vytížení

C [s] ... skutečná délka cyklu

C_n [j.v./h] ... skutečná kapacita dopravního proudu

C_v [s] ... výpočtová délka cyklu

G_n [voz/h] ... základní kapacita dopravního proudu

I [j.v./h] ... intenzita dopravního směru

I_H [voz./h]... rozhodující intenzita

$K[-]$... výsledný koeficient faktoru omezení pro vyšetřovaný směr

K_i [j.v./h] ... kapacity vjezdu jednotlivých fází

k_{ch} [-] ... koeficient intenzity chodců

k_n [-] ... koeficient počtu řadících pruhů pro tentýž směr na jednom vjezdu

K_{narust} [-] ... nerůstový koeficient

k_{odb} [-] ... koeficient poměru odbočujících a přímo jedoucích vozidel

k_R [-] ... koeficient poloměru odbočování

k_{skl} [-] ... koeficient sklonového poměru

k_s [-] ... koeficient šířky řadícího pruhu

l_i [m] ... délka řadícího pruhu

L_n [m] ... najížděcí dráha

L_v [m] ... vyklizovací dráha

l_{voz} [m] ... délka vyklizujícího vozidla

M ... výpočtové fiktivní zařízení

$N_{95\%}$ [m] ... délka fronty

$P_{0,n}$... pravděpodobnost nevzdutého stavu

R_i [%] ... rezervy jednotlivých fází

Rez [j.v./h] ... rezerva kapacity

S [j.v./h] ... saturovaný tok

T [s] ... doba trvání požadovaného intervalu

t_b [s] ... bezpečnostní doba

t_m [s] ... mezičas

t_{mskut} [s] ... skutečný mezičas mezi jednotlivými intervaly

$t_{m,i}$ [s] ... mezičas mezi fázemi

t_n [s] ... najížděcí doba

t_v [s] ... vyklizovací doba

t_w [s] ... střední doba zdržení

v_v [$m \cdot s^{-1}$] ... vyklizující rychlost

v_n [$m \cdot s^{-1}$] ... najížděcí rychlost

x ... příslušné číslo kombinace fází

$Z_{v,i}$ [s] ... délka zelené pro jednotlivé fáze

μ [j.v./s]... kapacita pruhu podřazeného dopravního proudu v uvažovaném intervalu

μ_0 [j.v./s] ... kapacita v čase po špičkovém intervalu

q [j.v./s] ... intenzita podřazeného dopravního proudu

q_0 [j.v./s] ... intenzita podřazeného pruhu

1. Úvod

Historie silniční dopravy, resp. výstavby veřejné komunikační sítě, je stejně stará jako historie stavby měst, neboť ulice, náměstí a veřejné prostory sloužily odedávna k dopravě osob a nákladů. Silniční doprava využívající dopravních prostředků jako jsou např. automobily, patří k nejmladším a zároveň k nejrychleji se rozvíjejícím odvětvím dopravy [1].

Vzhledem k prudkému nárůstu obyvatel planety, kdy se za posledních sto let zvedla populace o šestinásobek, je zapotřebí neustále zvyšovat a zkvalitňovat služby přepravy osob a zboží. Mnoho navrhnutých silničních sítí a křižovatek jsou již několik desítek let staré a jsou navrženy pro daleko menší kapacity vozidel, než jaké jsou dnes zapotřebí. Z důvodu neschopnosti křižovatek poskytnout dostačující kapacity vozidel dochází často k přetížení jistých úseků, omezení plynulosti dopravních proudů, a tím ke zvýšení počtu kritických situací a dopravních nehod.

V méj bakalářské práci se budu věnovat křižovatce Studentská – Opavská, která se nachází v Ostravě-Porubě. Tato křižovatka není ideálně navržena, v dopravní špičce není schopna kapacitně pojmout všechna vozidla, tvoří se dopravní fronty, zvyšuje se počet kritických situací a je ohrožena bezpečnost chodců i vozidel. Mým úkolem je navrhnout takové řešení křižovatky, které by zajistilo plynulejší a bezpečnější provoz, zejména v době dopravní špičky.

2. Popis dané křižovatky

2.1. Lokalizace a popis křižovatky Studentská – Opavská

Křižovatka Studentská – Opavská se nachází na západním okraji Ostravy-Poruby. Jedná se o neřízenou, úroňovou, stykovou křižovatku se třemi rameny, které jsou řízeny pomocí svislých dopravních značek. Hlavní pozemní komunikace je ve směru ulice Opavská, má dva jízdní pruhy. Vedlejší pozemní komunikací je ulice Studentská, která má také dva jízdní pruhy.

Křižovatka se nachází v blízkosti Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava a je křižovatkou ležící na hlavním tahu směr Ostrava – Opava. Přibližně 300 metrů od křižovatky je autobusová zastávka Studentské koleje. Přibližně 750 metrů od křižovatky je Fakultní nemocnice s poliklinikou v Ostravě. Na křižovatce je větší intenzita chodců. Chodník pro chodce, který je na ulici Studentská, končí v křižovatce. Není zde přechod pro chodce ani žádný jiný způsob, jak přecházet ulici Opavská. Nejbližší místa pro přecházení je přechod pro chodce u křižovatky Opavská – 17. listopadu vzdálený 350m a přechod pro chodce u křižovatky Opavská – Krásnopolská vzdáleného 570m.



Obr. č.1.1 Náhled na křižovatku Studentská – Opavská [2]

2.2. Směrový dopravní průzkum křižovatky Studentská – Opavská

Pomocí dopravních průzkumů zjišťujeme obecně počty dopravních prostředků (osobních a nákladních automobilů, dopravních prostředků MHD atp.), chodců, či cyklistů, zatěžující svým provozem konkrétní pozemní komunikace či dopravní plochy, tj. intenzitu provozu (za hodinu, den, atp.). Dále sledujeme jejich směr pohybu, případně důvod. V neposlední řadě nás zajímá složení dopravního proudu (například podíl osobních vozidel z celkového počtu naměřených vozidel apod.), kvalitu provozu (časové ztráty, rychlosti) a podobně.

Při dopravních průzkumech, kterými zjišťujeme počty vozidel, se obvykle skutečná vozidla přepočítávají na tzv. jednotková vozidla. Jednotkové vozidlo je srovnávací početní jednotka, vyjadřující vliv různých druhů vozidel v dopravním proudu. Je reprezentováno průměrným osobním automobilem, na jehož jízdní vlastnosti a rozměry se ostatní vozidla přepočítávají pomocí přepočtových koeficientů. [3].

Přepočtové koeficienty nejsou striktně dány a každý dopravní inženýr si je volí pro výpočty sám. Obvykle se pohybují v rozmezí od 1 do 3. Pro výpočty volím tyto koeficienty – viz tab. č. 1

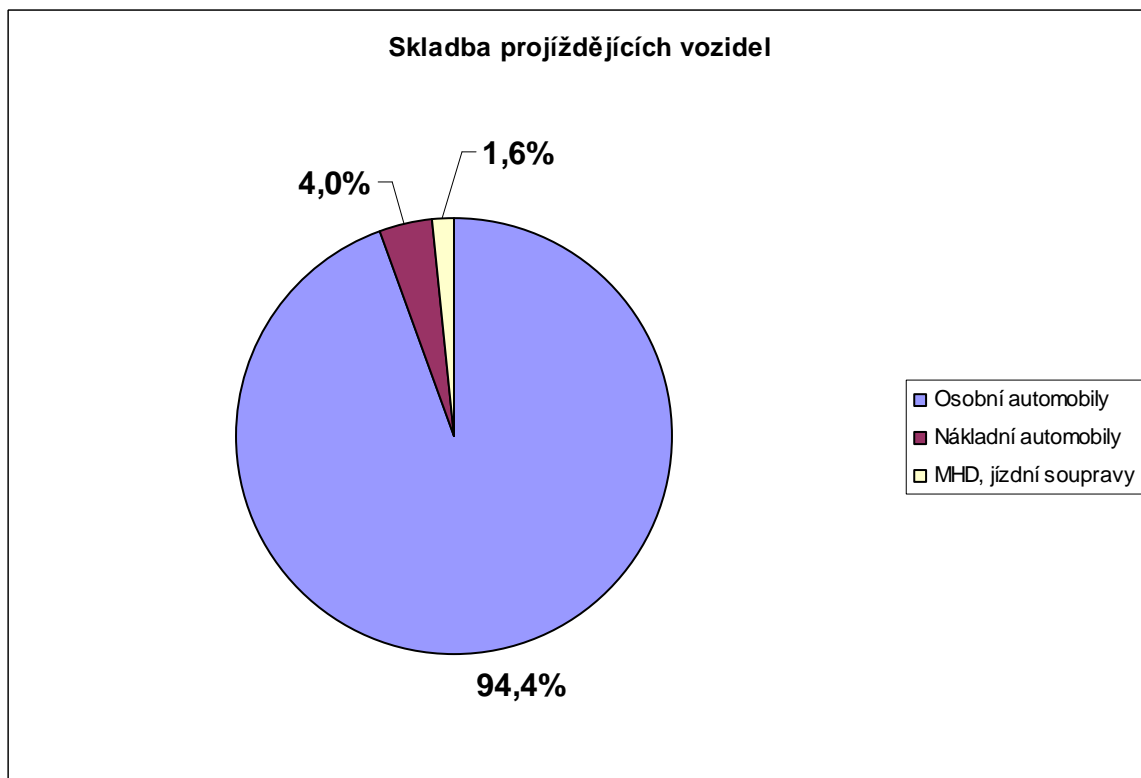
Tab č. 1 Určení přepočtového koeficientu.

Druh	Přepočtový koeficient
Osobní automobil	1
Dvounápravové, třínápravové nákladní automobily	2
Vícenápravové nákladní automobily, jízdní soupravy, autobusy MHD	3

Skladba projíždějících vozidel je znázorněna v tabulce č. 2 Skladba projíždějících vozidel. Největší podíl z celkového počtu projíždějících vozidel tvoří osobní automobily, druhou nejpočetnější složkou jsou nákladní automobily (jak dvounápravové tak i vícenápravové), nejmenší podíl připadá na autobusy MHD. Viz příloha A

Tab č. 2 Skladba projíždějících vozidel

Druh	Počet [voz]	Podíl z celkového počtu vozidel [%]
Osobní automobily	1576	94,4
Nákladní automobily	67	4,0
Autobusy MHD, jízdní soupravy	27	1,6



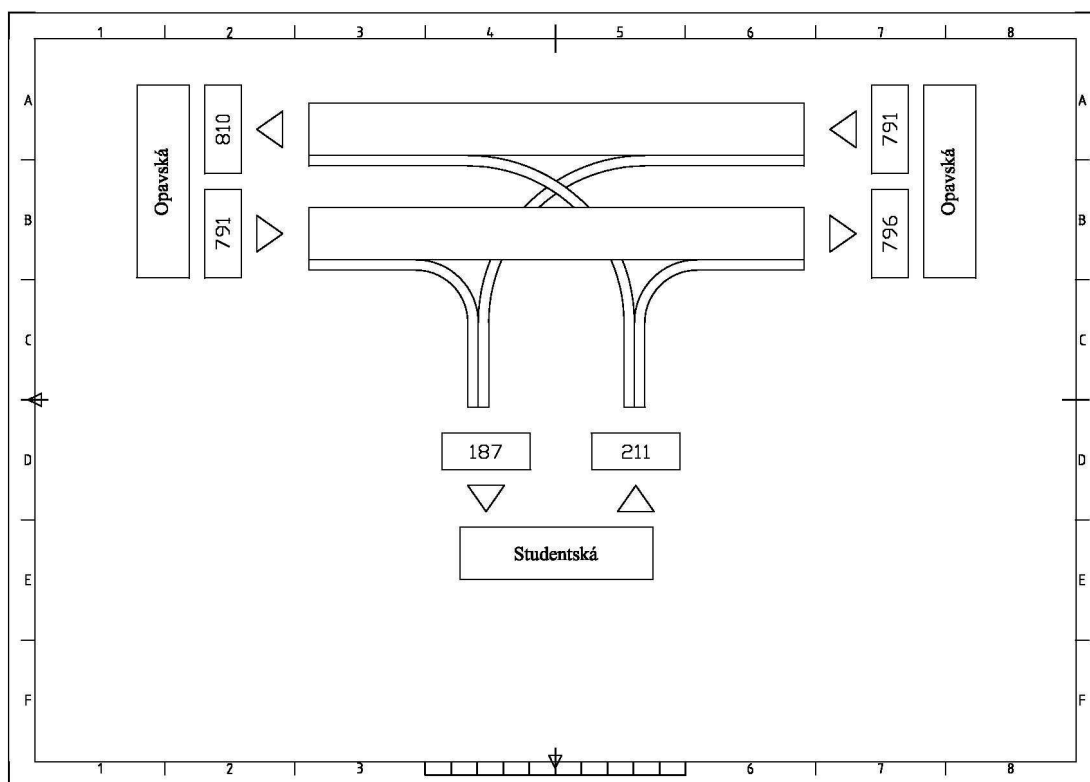
Obr. č.2.1 Skladba projíždějících vozidel

2.3. Vyhodnocení dopravního průzkumu

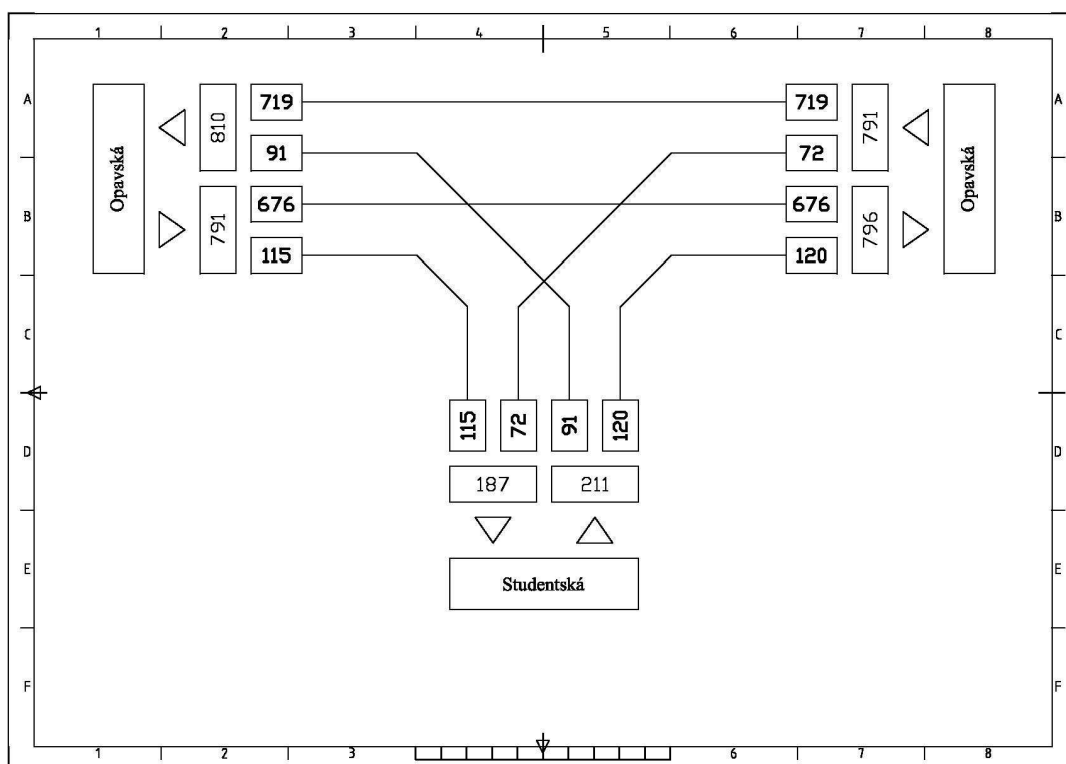
Na základě směrových dopravních průzkumů a průzkumů intenzit dopravních proudů sestavujeme výsledky nejen do tabelární podoby, ale také vhodně do grafické podoby, která je zároveň přehlednější a názornější. Ke zpracování naměřených dat nám slouží tzv. kartogramy a pentlogramy [3].

Z kartogramu jsou vidět všechny směry, které mohou účastníci silničního provozu využít. Je zřejmé, že nejvíce využita je komunikace Opavská, která je zatížena přibližně stejně v obou směrech.

Pentlogram, neboli stužkogram, je druh grafického zpracování, který nám zobrazuje vytížení jednotlivých dopravních proudů. Tloušťka stužky představuje stupeň vytížení daného dopravního proudu.



Obr. č.2.2 Pentlogram křižovatky Studentská – Opavská



Obr. č.2.3 Kartogram křižovatky Studentská – Opavská

2.4. Měření rychlosti

Společnost OKAS a.s. poskytla údaje o průměrných naměřených rychlostech na ulici Studentská, směr na ulici Opavská (viz tabulka č. 3). Avšak k nejčastějšímu porušování maximální rychlosti dochází na ulici Opavská, směr na Ostravu, čímž zde dochází k nejčastějším konfliktním situacím.

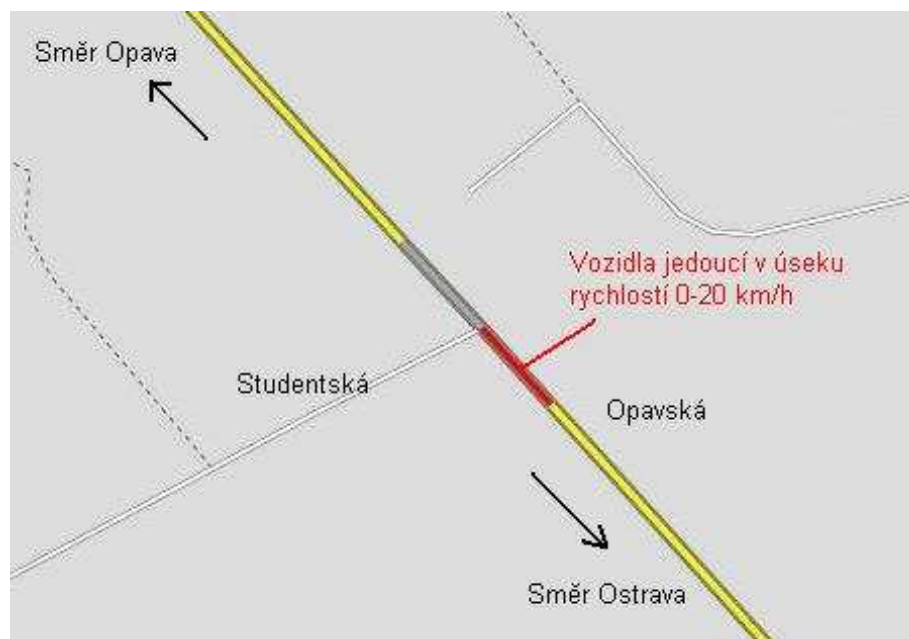
Tabulka č.3 Průměrné rychlosti

Denní čas	Vozidel celkem	Rychlost [km/h]
0	7	38
1	5	55
2	1	55
3	2	49
4	9	57
5	35	52
6	66	49
7	113	47
8	121	47
9	147	47
10	148	44
11	151	47
12	145	47
13	139	49
14	218	44
15	261	41
16	177	44
17	153	47
18	120	47
19	80	49
20	44	47
21	35	47
22	25	55
23	5	52

Z těchto dat je patrné, že na hlavní komunikaci Studentská se rychlost překračuje pouze ojediněle. Vozidla odbočující z hlavní komunikace Opavská na vedlejší komunikaci musejí překonávat stoupání, což významně ovlivňuje jejich rychlost.

Pro posouzení rychlosti na ulici Opavská jsem použil data z portálu Floreon [4], který je zaměřen na vývoj integrovaného systému pro modelování a monitorování Moravskoslezského kraje. Můžeme zde vidět i měřené rychlosti v okolí křižovatky Studentská – Opavská. Je zřejmé, že vozidla najíždějící do křižovatky po hlavní komunikaci Opavská směrem na Ostravu jedou často vyšší než maximální povolenou

rychlostí. Taktéž je z dopravního průzkumu zřejmé, že vozidla odbočující z hlavní komunikace Opavská (směr z Ostravy) na vedlejší komunikaci Studentská často omezují provoz. Viz obr. č. 2.4.



Obr. č.2.4 Rychlost na ulici Opavská [4]

3. Dopravní nehodovost a konfliktní situace

3.1. Dopravní nehody

Dopravní nehoda je událost v silničním provozu, při níž dojde k usmrcení nebo zranění osoby, nebo ke škodě na majetku v přímé souvislosti s provozem vozidla [3].

Na křižovatce Studentská – Opavská se za poslední čtyři roky stalo 7 dopravních nehod. Hmotné škody při těchto nehodách byly vyčísleny na 360 000 Kč. Zraněna byla jedna osoba lehce.

Tabulka č. 4 Nehodovost na křižovatce Studentská – Opavská

Rok	Počet nehod	Zraněných	Hmotná škoda [v tis Kč]
2006	2	0	62
2007	3	0	161
2008	0	0	0
2009	2	1	137
Celkem	7	1	360

3.2. Konfliktní situace na křižovatce Studentská – Opavská

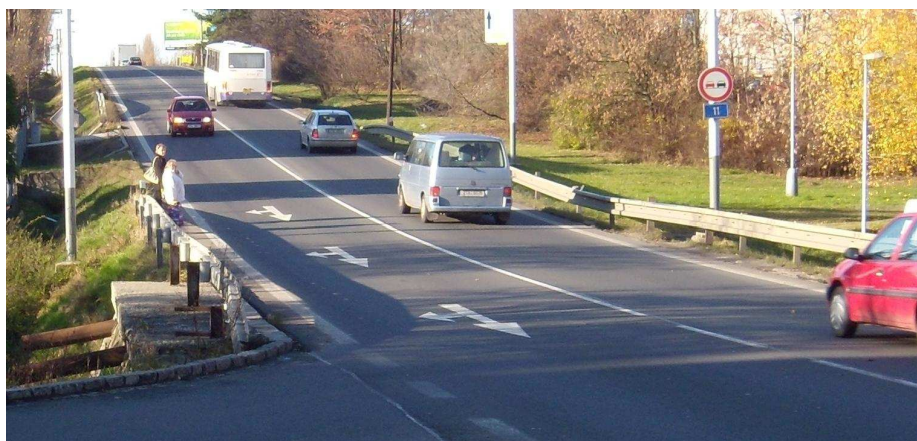
Konfliktními situacemi se rozumí takové okamžiky a situace v silničním provozu, kdy vzniká (nebo může vzniknout) pro některé jeho účastníky větší než obvyklá míra nebezpečí. Každé dopravní nehodě musí standardní konfliktní situace předcházet. V tomto smyslu lze chápat dopravní nehodu jako důsledek takové konfliktní situace, kdy se nepodařilo míru nebezpečí střetu vozidla s okolím odvrátit [5].

Můžu tedy říci, že sledováním a analýzou konfliktních situací můžu činit závěry o bezpečnosti dané křižovatky a učinit opatření ke zvýšení bezpečnosti účastníků provozu.

Na křižovatce Studentská – Opavská je nejvýznamnější příčinou dopravních nehod zejména nedodržení přednosti v jízdě. Další příčinou je nedodržení maximální povolené rychlosti, špatná viditelnost při výjezdu z ulice Studentská na ulici Opavská směrem na Opavu. Ke konfliktním situacím dochází nejčastěji v důsledku tvorby kolon na ulici Studentská a následné nedodržení přednosti (obr. č. 3.1). K nejzávažnějším konfliktním situacím dochází při přecházení ulice Opavská chodci. Chybí zde přechod pro chodce a chodci často ohrožují provoz silničního provozu i sebe. (obr č.3.2).



Obr. č.3.1 Tvorba kolony na ulici Studentská



Obr. č.3.2 Chodci chystající se přejít ulici Opavská

Videozáznam, který je součástí přiloženého DVD, nám ukazuje některé vybrané konfliktní situace:

- čas 1:05 – couvání vozidla příliš najetého do křižovatky
- čas 8:55 – chodec probíhající křižovatkou
- čas 14:00 – nákladní vozidlo Tatra nemá dostatek prostoru na průjezd křižovatkou
- čas 25:40 – vozidlo příliš najeté do křižovatky
- čas 31:00 – najíždějící autobus nemá dostatek prostoru pro průjezd a zasahuje do protiběžného dopravního pruhu
- čas 31:24 – chodec přecházející křižovátku
- čas 33:30 – 35:30 – čekací doba vozidla 2 minuty, tvorba kolony

4. Návrh stavebně technických úprav dané křižovatky

4.1. Návrh Světelného signalizačního zařízení

Světelné signalizační zařízení je druh zařízení, který zvyšuje bezpečnost provozu a zároveň snižuje počet kolizních situací a nehodovost na křižovatce.

Kritéria pro navrhování SSZ [6]:

- množství nehod a bezpečnost
- bezpečnost chodců a cyklistů
- podmínky viditelnosti na příjezdech ke křižovatce
- intenzity provozu v hlavním a vedlejším směru
- řízení provozu na okolní komunikační síti
- ochrana komunikační sítě před přetížením
- zohlednění životního prostředí
- zvláštní (policie, hasiči, ...)

Podstatou řízení křižovatky je poskytnout střídavě volno všem dopravním proudům tak, aby se nesrazily (nekolidovaly si).

Řízení provozu na křižovatce pomocí světelného signalizačního zařízení lze rozdělit na řízení [6]:

- statické řízení
 - neměnná délka cyklu, pevná délka zelených signálů, pevný sled fází
- dynamické řízení
 - s proměnnou délkou zelených signálů, cyklu nebo i sledu fází
 - přizpůsobování okamžitým požadavkům dopravy – buď pružnou volbou programu (on-line), nebo výběrem vhodného časového programu nebo úpravou signálního programu
 - podmínkou je detekce vozidel

4.1.1. Základní pojmy a definice

Fáze

Fáze je časový interval, ve kterém mají současně volno určité, zpravidla vzájemně nekolizní dopravní pohyby na křižovatce. [6]

Fázové schéma

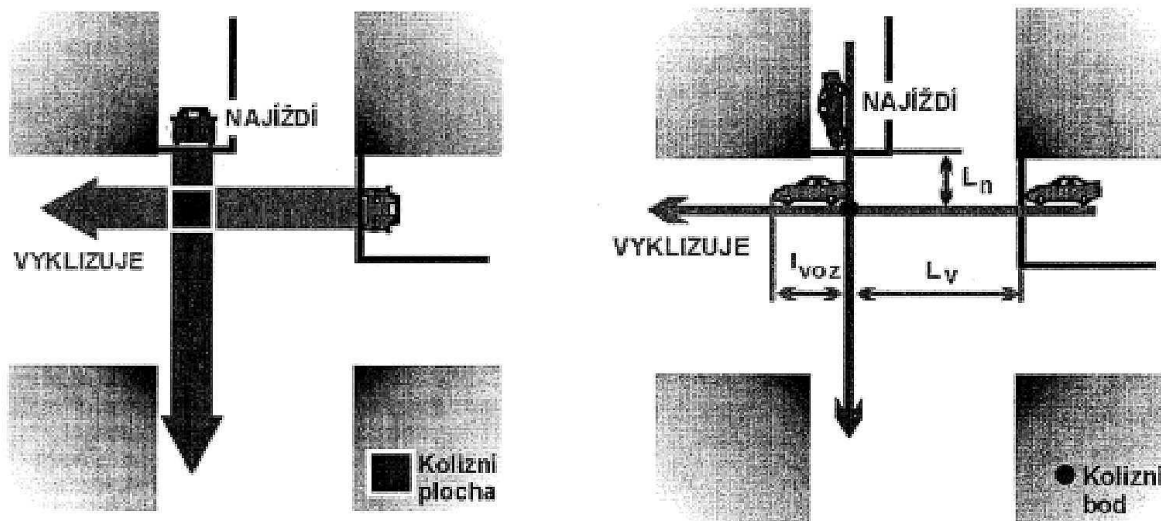
Fázové schéma je přiřazení dopravních pohybů jednotlivým fázím a nejvýhodnější pořadí fází. [6]

Kolizní dopravní pohyby

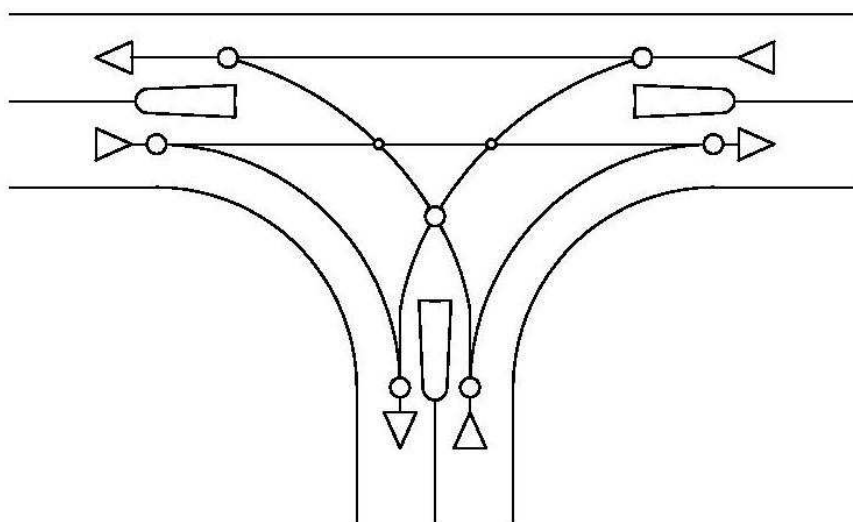
Kolizní dopravní pohyby jsou ty vzájemné pohyby vozidel (nebo pohyby vozidel a chodců), které se kříží nebo připojují. Místům, kde se tak děje říkáme kolizní plochy, nebo kolizní body. [6]

Kolizní body

Kolizní body jsou průsečíky trajektorií možných vozidlových proudů. [3]



Obr. č. 4.1 Znáznornění kolizní plochy a kolizního bodu [3]



Obr. č. 4.2 Znáznornění jednotlivých kolizních bodů na stykové tříramenné křižovatce
[5] - upraveno

Mezičas [6]

Mezičas je časový interval od konce zelené na návěstidle pro jeden směr po začátek doby zelené na návěstidle pro kolizní směr. Tím je zajištěno, aby nemohlo dojít ke střetu vyklizujících vozidel a najíždějících vozidel následných fází.

$$t_m = t_v - t_n + t_b \text{ [s]} \quad (4.1)$$

t_m ... mezičas [s]

t_v ... vyklizovací doba [s], doba, kterou potřebuje vozidla na projetí od stopčáry ke konci kolizní plochy(bodu), resp. kterou potřebuje chodec k chůzi od vstupu do vozovky za návěstidlem na konec kolizní plochy

t_n ... najížděcí doba [s], doba, kterou potřebuje první vozidlo následující fáze zelené k projetí vzdálenosti od stopčáry ke koliznímu bodu

t_b ... bezpečnostní doba [s], doba, v průběhu které mohou vjet do křižovatky vozidla, která nemohou již bezpečně zastavit v době žluté před křižovatkou

L_v ... vyklizovací dráha [m], vyklizovací dráha je vzdálenost od stopčáry vyklizujícího směru po kolizní bod

L_n ... najížděcí dráha [m], najížděcí dráha je vzdálenost od stopčáry najíždějícího směru po kolizní bod

l_{voz} ... délka vyklizujícího vozidla [m]

v_v ... vyklizující rychlost $[m \cdot s^{-1}]$, rychlost vyklizujícího vozidla nebo chodce

v_n ...najížděcí rychlost $[m \cdot s^{-1}]$, najížděcí rychlost je rychlost najíždějícího vozidla nebo vstupujícího chodce

Vyklizovací a najížděcí rychlost jsou standardizovány podle [6] a jsou uvedeny v příloze B.

4.1.2. Výpočet světelného signalizačního zařízení

Vyklizovací doba [6]:

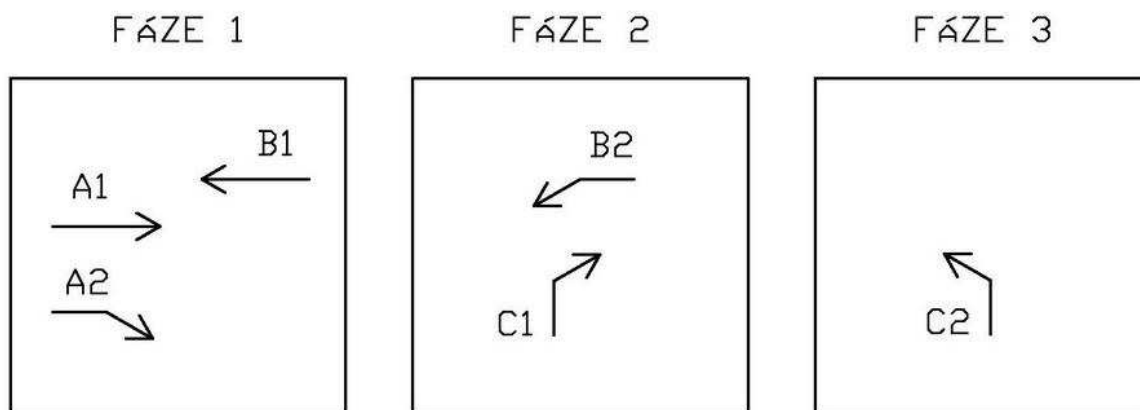
$$t_v = \frac{L_v + l_{voz}}{v_v} \quad [s] \quad (4.2)$$

Najížděcí doba [6]:

$$t_n = \frac{L_n}{v_n} \quad [s] \quad (4.3)$$

Výpočet najíždějících směrů [6]

Vzorový výpočet pro najížděcí směr A1 a vyklízející směr B2. Podle pořadí fází je určeno, který směr najíždí a který vyklizuje – viz obr. č. 4.3.



Obr. č. 4.3 Fázové schéma

V první fázi vjíždějí do křižovatky směry A1, A2 a B1. Směry, které vyklízejí, jsou všechny ostatní, které nejsou zahrnuty do první fáze.

Určení mezičasu mezi jednotlivými intervaly

$$t_m = t_v - t_n + t_b = 2,4 - 2,8 + 2 = 1,6 \quad s \quad (4.1)$$

Skutečný mezičas mezi jednotlivými intervaly t_{mskut} [s] je zaokrouhlená hodnota t_m [s].

Vyjde-li mezičas záporný, počítá se $t_{mskut} = 0$ s.

Určení vyklizovací doby [6]

$$t_v = \frac{L_v + l_{voz}}{v_v} = \frac{18,3 + 5}{9,7} = 2,4 \text{ s} \quad (4.2)$$

Určení najížděcí doby [6]

$$t_n = \frac{L_n}{v_n} = \frac{27}{9,7} = 2,8 \text{ s} \quad (4.3)$$

Postup byl aplikován na najížděcí směr A1 a ostatní vyklizovací směry B2, C1, C2, viz tabulka č.5.

Tab. č. 5 Tabulka najížděcího směru A1

Najíždí	vyklizuje		
A1	B2	C1	C2
L_v	18,3	3,0	3,0
L_n	27,0	22,3	28,7
V_v	7,0	7,0	7,0
V_n	9,7	9,7	9,7
l_{voz}	5,0	5,0	5,0
t_v	3,3	1,1	1,1
t_n	2,8	2,3	3,0
t_b	2,0	2,0	2,0
t_m	2,5	0,8	0,2
t_{mskut} [s]	3,0	1,0	1,0

Tento postup byl použit pro všechny ostatní najížděcí směry, viz příloha C.

Mezičasy pro jednotlivé kombinace fází [6]

Zvoleno bylo třífázové schéma. Viz obr. č. 4.3. Při určování mezičasů bylo vycházeno z tabulek najížděcích směrů, viz příloha C, a z předem stanovených fází – viz obr. č. 4.3.

Vyklizovací směry první fáze jsou A1, A2 a B1. Ze druhé fáze najíždějí směry B2 a C2. Čas mezi vyklizovacím směrem A1 a najíždějícím směrem B2 je $t_{mskut} = 3$ s. Jestliže je mezičas záporný, znamená to, že mezi najíždějícím vozidlem a vyklizovacím vozidlem je velká natolik, že najíždějící vozidlo neohrozí vyklizovací vozidlo, případně že směry nejsou kolizní.

Rozhodujícím mezičasem pro jednotlivé kombinace fází je mezičas s nejvyšší hodnotou. U kombinace fází 1-2 je největší mezičas při najíždění směru C2 a při vyklizování směru A1. Viz tab. č. 6.

Tab. č. 6 Mezičasy pro vyklizovací 1. fázi a najíždějí 2. fázi

1→2	Najíždí z 2.F	
vyklizuje	B2	C2
A1	3	5
A2	3	-
B1	-	-
$T_{m12}[s]$	5	

Jednotlivé mezičasy mezi jednotlivými fázemi zobrazuje tab. č. 7, dále pak příloha D.

Tab. č. 7 Mezičasy mezi jednotlivými fázemi

Kombinace	$t_m[s]$
1→2	5
1→3	5
2→1	3
2→3	2
3→2	4
3→1	3

Volba optimálního pořadí fází [6]

Při volbě optimálního počtu fází vycházíme z nutnosti nejkratšího „součtového“ mezičasu $t_{m,x}$

$$t_{m,x} = \sum_{i=1}^n t_{m,i} = \text{minimum, kde:} \quad (4.4)$$

n ... počet fází

x ... příslušné číslo kombinace fází

$t_{m,i}$... mezičas mezi jednotlivými fázemi

Tab. č. 8 Volba součtového mezičasu pro jednotlivé kombinace fází

Číslo Kombinace	Pořadí fází	Součtový" mezičas $t_{m,x}$ [s]
1	1→2→3	$t_{m12}+t_{m23}+t_{m31}=5+2+3=10s$
2	1→3→2	$t_{m13}+t_{m32}+t_{m21}=5+4+3=12s$

Pořadí fází bylo zvoleno podle nejmenšího součtového mezičasu $t_{m,x}$. Nejmenší součtový mezičas je u kombinace fází 1-2-3. Hodnota součtového mezičasu je $t_{m,x} = 10$ s.

Výpočet podle spotřeby času

Podstatou této metody je, že se intenzita jednotlivých dopravních směrů upravuje vynásobením koeficientem faktoru omezení, čímž se zohledňují vlivy na zpomalení nebo na zrychlení pohybu vozidla prostorem křižovatky [6].

Při výpočtu podle metody spotřeby času se vybírají nejvyšší hodnoty intenzit dopravních směrů.

Výpočtové fiktivní zatížení [6]

$$M = \frac{I}{n} \cdot K \cdot K_{narust} \text{ [j.v./h]}, \text{ kde:} \quad (4.5)$$

I ... intenzita dopravního směru [j.v./h]

n ... počet řadících pruhů ve směru [-]

K_{narust} ... nerůstový koeficient [-]. Zvolen 30%

K ... výsledný koeficient faktoru omezení pro vyšetřovaný směr [-]

$$K = k_{\xi} \cdot k_{skl} \cdot k_R \cdot k_{obb} \cdot k_{ch} \cdot k_n \text{ [-]}, \text{ kde} \quad (4.6)$$

k_{ξ} ... koeficient šířky řadícího pruhu [-]. Pruhy jsou v rozmezí 3 - 3,5m. $k_{\xi}=1$

k_{skl} ... koeficient sklonového poměru [-]

k_R ... koeficient poloměru odbočování [-]

k_{ξ} ... koeficient poměru odbočujících a přímo jedoucích vozidel [-]

k_{ch} ... koeficient intenzity chodců [-]

k_n ... koeficient počtu řadících pruhů pro tentýž směr na jednom vjezdu [-]

Hodnoty koeficientů jsou v příloze E.

Výpočet fiktivního zatížení pro první fázi M_I

$$M_I = \frac{I}{n} \cdot K \cdot K_{narust} = \frac{719}{1} \cdot 1,31 \cdot 1,3 = 1221,9 \text{ [j.v./h]} \quad (4.5)$$

Výpočet fiktivního zatížení pro první fázi M_{II}

$$M_{II} = \frac{I}{n} \cdot K \cdot K_{narust} = \frac{120}{2} \cdot 1,31 \cdot 1,3 = 102,6 \text{ [j.v./h]} \quad (4.5)$$

Výpočet fiktivního zatížení pro první fázi M_{III}

$$M_{III} = \frac{I}{n} \cdot K \cdot K_{narust} = \frac{83}{2} \cdot 1,31 \cdot 1,3 = 59,2 \text{ [j.v./h]} \quad (4.5)$$

Součet jednotlivých fiktivních zařízení

$$\sum M = M_I + M_{II} + M_{III} = 1221,9 + 102,6 + 59,2 = 1390,8 \text{ [j.v./h]} \quad (4.7)$$

Výpočtová délka cyklu [6]

$$C_v = \frac{\sum t_{m,x}}{1 - \frac{\sum M}{S}} \text{ [s]}, \text{ kde:} \quad (4.8)$$

$\sum t_{m,x}$... součet mezičasů jednotlivými fázemi pro vybranou kombinaci fází [s]

S ... saturevaný tok [j.v./h], jde o maximální počet vozidel, která mohou projet profilem stopčáry za jednotku času při ideálních dopravních podmínkách. Saturevaný tok volím $S=1650$ [j.v./h].

$$C_v = \frac{\sum t_{m,x}}{1 - \frac{\sum M}{S}} \cdot \frac{10}{1 - \frac{1390,9}{1650}} = 63,7 \quad (4.8)$$

$$C_v = 63,7 \text{ s}$$

Skutečná délka cyklu C [6]

$$C = (1,05 \div 1,1) \cdot C_v \quad (4.9)$$

$$C = (1,1) \cdot C_v = 1,1 \cdot 63,7 = 70$$

$$C = 70 \text{ s}$$

Skutečnou délku cyklu navyšuji o 10% od výpočtové hodnoty. Za 70 sekund se všechny fáze prostřídají. Pro dostatečnou kapacitu jednotlivých fází navyšuji skutečnou délku cyklu na $C = 71 \text{ s}$

Délka zelené pro jednotlivé fáze [6]

$$Z_{v,I} = \frac{C}{S} \cdot M_I \text{ [s]} \quad (4.10)$$

$$\text{první fáze: } Z_{v,I} = \frac{C}{S} \cdot M_I = \frac{71}{1650} \cdot 1229,1 = 60,3 \cong 61 \text{ s} \quad (4.10)$$

$$\text{druhá fáze: } Z_{v,II} = \frac{C}{S} \cdot M_{II} = \frac{71}{1650} \cdot 102,6 = 5,0 \cong 10 \text{ s} \quad (4.10)$$

$$\text{třetí fáze: } Z_{v,III} = \frac{C}{S} \cdot M_{III} = \frac{71}{1650} \cdot 59,2 = 2,9 \cong 8 \text{ s} \quad (4.10)$$

Podle [6] je minimální přípustná délka zelené pro vedlejší směr 8s. Z hlediska plynulosti a lepšího výjezdu z křižovatky navyšují délku zelené u druhé fáze na $Z_{v,II} = 10 \text{ s}$ a u třetí fáze na $Z_{v,III} = 8 \text{ s}$

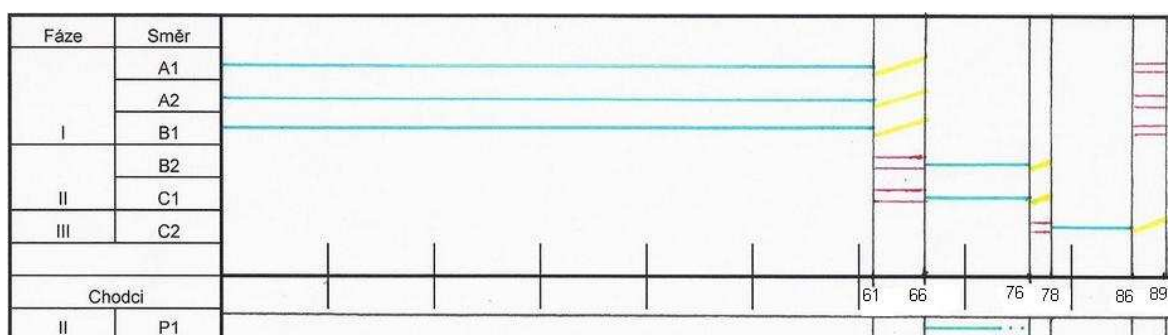
Vzhledem k úpravám délek zelených fází u vedlejších směrů je třeba přepočítat novou délku cyklu

Kontrolní součet [6]

$$C = \sum t_{m,x} + Z_{v,I} + Z_{v,II} + Z_{v,III} = 10 + 53 + 10 + 8 \quad (4.11)$$

$$C = 89 \text{ s}$$

Z výsledků délek zelené pro jednotlivé fáze byl vyhotoven signální plán pro jednotlivé fáze – viz obr. č. 4.4.



Obr. č. 4.4 Signální plán

Určení kapacit vjezdů jednotlivých fází [6]

$$K_i = \frac{S}{C} \cdot Z_{v,i} \text{ [j.v./h]} \quad (4.12)$$

$$\text{první fáze: } K_I = \frac{S}{C} \cdot Z_{v,I} = \frac{1650}{89} \cdot 56 = 1243 \text{ [j.v./h]} \quad (4.12)$$

$$\text{druhá fáze: } K_{II} = \frac{S}{C} \cdot Z_{v,II} = \frac{1650}{89} \cdot 10 = 204 \text{ [j.v./h]} \quad (4.12)$$

$$\text{třetí fáze: } K_{III} = \frac{S}{C} \cdot Z_{v,III} = \frac{1650}{89} \cdot 8 = 163 \text{ [j.v./h]} \quad (4.12)$$

Určení rezerv jednotlivých fází [6]

$$R_I = \left(1 - \frac{I_I}{K_I}\right) \cdot 100 \text{ [%]} \quad (4.13)$$

$$\text{první fáze: } R_I = \left(1 - \frac{I_I}{K_I}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{719}{1243}\right) \cdot 100 = 42,1 \text{ [%]} \quad (4.13)$$

$$\text{druhá fáze: } R_{II} = \left(1 - \frac{I_{II}}{K_{II}}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{120}{204}\right) \cdot 100 = 41,1 \text{ [%]} \quad (4.13)$$

$$\text{třetí fáze: } R_{III} = \left(1 - \frac{I_{III}}{K_{III}}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{91}{163}\right) \cdot 100 = 44,2 \text{ [%]} \quad (4.13)$$

Z výpočtu je zřejmé, že největší rezerva je ve třetí fázi, nejmenší rezerva je v první fázi. Návrh a výpočet je koncipován tak, aby byla co nejvíce zajištěna plynulost provozu.

Výpočet délek řadícího pruhu [6]

$$l_1 = \frac{7}{3600} \cdot M_I \cdot (C - Z_{v,I}) \text{ [m]} \quad (4.14)$$

délka řadícího pruhu první fáze:

$$l_I = \frac{7}{3600} \cdot M_I \cdot (C - Z_{v,I}) = \frac{7}{3600} \cdot 1229,1 \cdot (89 - 61) = 49,6 \text{ m} \quad (4.14)$$

délka řadícího pruhu druhé fáze:

$$l_{II} = \frac{7}{3600} \cdot M_{II} \cdot (C - Z_{v,II}) = \frac{7}{3600} \cdot 102,6 \cdot (89 - 10) = 15,8 \text{ m} \quad (4.14)$$

délka řadícího pruhu třetí fáze:

$$l_{III} = \frac{7}{3600} \cdot M_{III} \cdot (C - Z_{v,III}) = \frac{7}{3600} \cdot 59,2 \cdot (89 - 8) = 9,3 \text{ m} \quad (4.14)$$

Tab. č. 9 Zhodnocení výpočtu SSZ podle metody spotřeby času

Fáze	Fiktivní zatížení [j.v./h]	Délka zelené fáze [s]	Kapacita vjezdu [j.v./h]	Rezervy vjezdu [%]	Délka řadícího pruhu [m]
I	1229,1	61,0	1242,6	42,1	49,6
II	102,6	10,0	203,7	41,1	15,8
III	59,2	8,0	163,0	44,2	9,3

Zhodnocení výpočtu SSZ podle metody času

Podle [6] byly vypočítány fiktivní zatížení pro jednotlivé fáze. Dále byly vypočítány délky zelených pro jednotlivé fáze, kapacity a rezervy vjezdu a na závěr délky řadících pruhů. Navržený signální plán by měl být schopen udržet plynulost provozu. Tvorbě kolon zamezují velké rezervy, které jsem získal vhodnou úpravou zelených pro jednotlivé fáze. Vypočtené hodnoty zobrazuje tab. č.9.

4.2. Návrh neřízené stykové křižovatky

Tento typ křižovatky je dominantním typem na komunikační síti, mezi nejčastější patří křižovatky s vyznačenou předností v jízdě, a to stykové a průsečné. Jejich kapacita je poměrně limitovaná, velice orientačně lze uvažovat hranici kapacity sumou všech vjezdů 1200-1800 voz/h (u výrazně převažujících intenzit v hlavních směrech při nízkých intenzitách na vedlejších vjezdech až do hodnoty 2000 voz/h). Skutečné hodnoty kapacit závisí na intenzitě dopravy do jednotlivých dopravních proudů, skladbě dopravního proudu, intenzitě chodců, geometrickém uspořádání křižovatky a rychlosti jízdy na hlavní komunikaci. Zvýšení kapacit neřízených křižovatek lze dosáhnout například [7]:

- přidáním pruhu (pruhů) na vjezdu z vedlejší komunikace
- rozšířením společného pruhu na vjezdu z vedlejší komunikace
- přidáním samostatného pruhu pro levé odbočení z hlavní komunikace
- znemožněním některých křižovatkových pohybů
- snížením rychlosti na hlavní komunikaci
- zlepšením rozhledových podmínek
- rekonstrukcí na okružní křižovatku nebo řízení pomocí SSZ

Navržená křižovatka musí vyhovovat požadavkům úrovně kvality dopravy. Pro návrhové intenzity všech dopravních proudů musí být zajištěn požadovaný stupeň

kvality dopravy na všech typech křižovatky. Při posouzení vhodnosti typu křižovatky musí být respektována další kritéria [7]:

- podmínky pro bezpečnost provozu, zejména včasná postřehnutelnost křižovatky, soulad skutečné a psychologické přednosti v jízdě, požadované délky rozhledu a bezpečné uspořádání v oblastech střetných bodů
- je umožněna plynulost jízdy v přímém směru i na větvích křižovatky a umožněn průjezd v celé oblasti křižovatky pro návrhová vozidla
- geometrický návrh všech prvků křižovatky musí být v souladu s požadavky ČSN 73 6102 – Projektování křižovatek na pozemních komunikacích, 2007
- umístění a postřehnutelnost dopravního značení a zařízení zajistí včasnou informovanost účastníků silničního provozu o existenci a typu křižovatky, pohybech na křižovatce a řízení provozu
- jsou respektována chráněná území, kulturní památky a zajištěna ochrana krajiny, přírody a životního prostředí
- vhodné začlenění do prostoru s ohledem na estetiku, zástavbu a vybavení území
- celkové řešení křižovatky musí být hospodárné z hlediska výstavby i provozu
- umístění a řešení křižovatky musí být šetrné k záboru pozemku a existující zástavbě

Rychlost jízdy na hlavní komunikaci [7]

Metodika předpokládá závislost hodnoty kritického časového odstupu na rychlosti jízdy $v_{85\%}$ na hlavní komunikaci. Při návrhu užívám nejvyšší dovolené rychlosti, tj. $v_{85\%} = 50$ km/h

Úprava přednosti v jízdě [7]

Metodika předpokládá závislost hodnoty následného časového odstupu na druhu úpravy přednosti v jízdě na vedlejším paprsku křižovatky. Metodika předpokládá dvě možnosti úpravy přednosti v jízdě:

- dopravní značkou č. P4 „Dej přednost v jízdě!“
- dopravní značkou č. P6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“

Úroveň kvality dopravy [7]

Pro posouzení kvality dopravy na křižovatce bez řízení dopravy světelnou signalizací je kritériem ztrátový čas vyjádřený střední dobou zdržení jednotlivých podřazených proudů, případně smíšených proudů. Pro stanovení závěrů kapacitního posouzení křižovatky je nutné ověřit, zda pro intenzitu dopravního proudu I_n není překročena hodnota střední doby zdržení t_w podle následující podmínky:

$$t_w^n \leq t_w$$

kde:

t_w^n ... střední doba zdržení vozidel v dopravním proudu n , případně smíšeném proudu [s]

t_w ... nejvyšší přípustná střední doba zdržení vozidel dle požadovaného stupně úrovně kvality dopravy [s]

Tab. č. 10 Limitní hodnoty střední doby zdržení na vjezdu do neřízené křižovatky

Úroveň kvality dopravy		Střední doba zdržení [s]
Označení	Charakteristika doby zdržení	
A	Doba zdržení velmi malá	≤ 10
B	Zdržení ještě bez front	≤ 20
C	Ojedinelé krátké fronty	≤ 30
D	Stabilní stav s vysokými ztrátami	≤ 45
E	Nestabilní stav	> 45
F	Překročená kapacita	-

Přitom stupně kvality dopravy lze charakterizovat následujícím způsobem [7]:

- Stupeň A: Doba zdržení je velmi malá
- Stupeň B: Podřazený dopravní proud je ovlivněný. Doba zdržení je malá
- Stupeň C: Doba zdržení je citelná. Vznikají ojedinělé krátké fronty
- Stupeň D: Fronta vozidel vyvolává výrazné časové ztráty. Dopravní situace je ještě stabilní
- Stupeň E: Tvoří se fronta, která se při existujícím zatížení již nesnižuje. Charakteristická je citlivá závislost, kdy malé změny zatížení vyvolají prudký nárůst ztrát
- Stupeň F: Kapacita je překročena. Fronta vozidel narůstá bez ohledu na dobu čekání. Křižovatka je přetížena v delším časovém intervalu.

Podle ČSN 73 6102 – Projektování křižovatek na pozemních komunikacích, 2007, se pro křižovatky požadují tyto stupně kvality dopravy na: viz tab. č. 11.

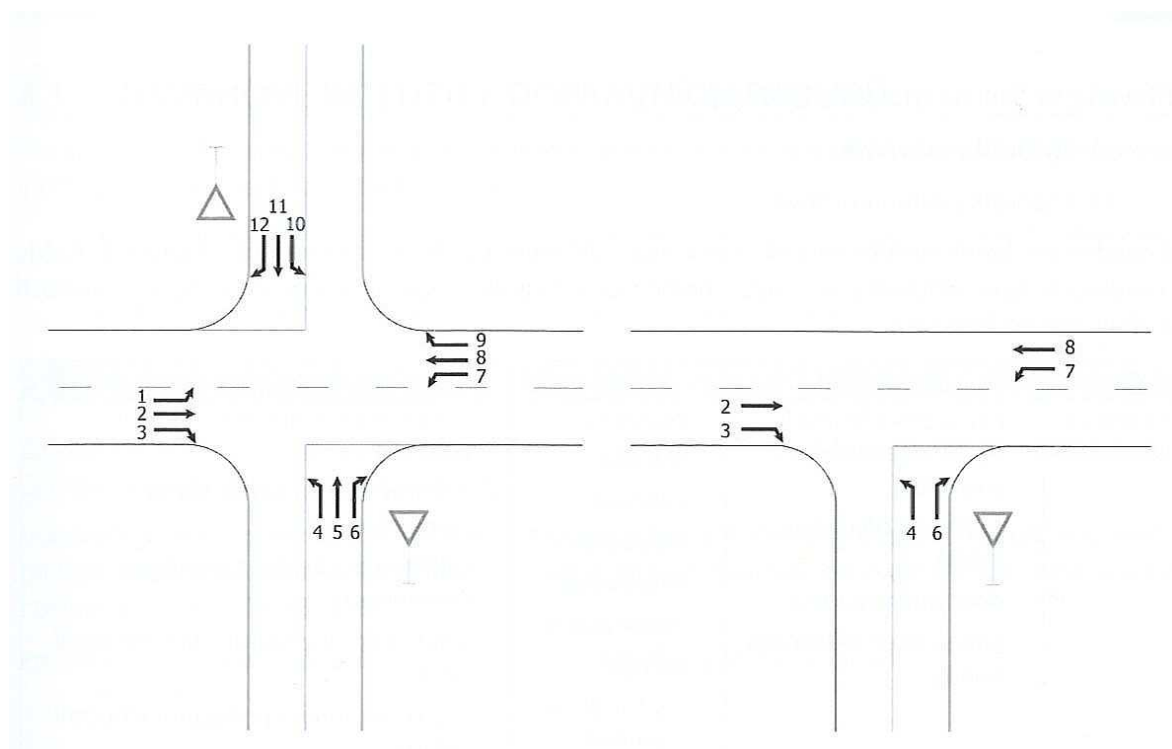
Tab. č. 11 požadované stupně kvality dopravy

Druh komunikace	Požadovaný stupeň
Dálnice, rychlostní silnice a silnice I. Třídy	Stupeň C
Silnice II. Třídy	Stupeň D
Silnice III. Třídy	Stupeň E
Rychlostní místní komunikace a přechodové úseky	Stupeň D
Místní komunikace a veřejně přístupné účelové komunikace	Stupeň E

Zejména na komunikaci Studentská dochází k častým dlouhým čekacím dobám, kdy doba čekání přesahuje dvě minuty a ve špičce i více.

Číslování dopravních proudů [7]

Pro neřízenou stykovou křižovatku používáme sjednocené číslování dopravních proudů, viz obr. č. 4.3



Obr. č.4.5 Sjednocené číslování dopravních proudů v průsečné a stykové křižovatce[7]

Výpočet kapacity neřízené úrovnňové křižovatky [7]

Tato metoda matematicky nezohledňuje vliv chodců a cyklistů na kapacitu křižovatky.

Stupeň podřazenosti dopravních proudů [7]

Metodika výpočtu kapacity neřízené úrovně křižovatky rozlišuje čtyři stupně podřazenosti jednotlivých dopravních proudů na křižovatce, viz tab. č. 12.

Tab. č. 12 Stupně podřazenosti proudů pro výpočet neřízené úrovně křižovatky

Stupeň	Charakteristika	Dopravní proudy
1. stupeň	Nadřazenost	2,3,8
2. stupeň	Jednoduchá podřazenost proudu 1. stupně	6,7
3. stupeň	Dvojnásobná podřazenost proudům 1. a 2. stupně	4
4. stupeň	Trojnásobná podřazenost proudům 1., 2. a 3. stupně	-

Rozhodující intenzity nadřazeným proudům [7]

Rozhodující intenzita nadřazených proudů je základní proměnnou při výpočtu základní kapacity vedlejších dopravních proudů. Její hodnota se stanoví podle tab. č. 13.

Tab. č. 13 Součet intenzit nadřazených dopravních proudů na stykové křižovatce

Podřazený proud	Č. Proudů	Součet intenzit nadřazených dopravních proudů [voz/h]
Levé odbočení z hlavní	7	$I_2 + I_3$
Pravé odbočení z vedlejší	6	$I_2 + 0,5 \cdot I_3$
Levé odbočení z vedlejší	4	$I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_8 + I_7$

Pro levé odbočení z hlavní pozemní komunikace (dopravní proud 7)

$$I_{H7} = I_2 + I_3 = 676 + 115 = 791 \text{ [voz/h]} \quad (4.15)$$

Pro pravé odbočení z vedlejší pozemní komunikace (dopravní proud 6)

$$I_{H6} = I_2 + 0,5 \cdot I_3 = 676 + 0,5 \cdot 115 = 734 \text{ [voz/h]} \quad (4.15)$$

Pro levé odbočení z vedlejší pozemní komunikace (dopravní proud 4)

$$I_{H4} = I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_8 + I_7 = 676 + 0,5 \cdot 115 + 719 + 72 = 1525 \text{ [voz/h]} \quad (4.15)$$

Hodnoty kritických odstupů [7]

Pro výpočet základní kapacity vedlejších dopravních proudů se použije střední hodnota kritických časových odstupů t_g všech řidičů pro dané vnější podmínky. Střední hodnoty kritického časového odstupu jsou stanoveny v rozlišení podle:

- druhu dopravního proudu
- rychlosti jízdy na hlavní komunikaci

Tab. č. 14 Střední hodnoty kritických časových odstupů t_g

Druh dopravního proudu	Číslo dopravního proudu	Funkce t_g v závislosti na rychlosti jízdy na hlavní komunikaci $v_{85\%}$ [km/h] - v [s]
Levé odbočení z hlavní	7/1	$t_g = 3,4 + 0,021 \cdot v_{85\%}$
Pravé odbočení z vedlejší	6/12	$t_g = 2,8 + 0,038 \cdot v_{85\%}$
Přímý průjezd z vedlejší	5/11	$t_g = 4,4 + 0,036 \cdot v_{85\%}$
Levé odbočení z vedlejší	4/10	$t_g = 5,2 + 0,022 \cdot v_{85\%}$

Tab. č. 15 Střední hodnoty kritických časových odstupů t_g pro rychlost jízdy 50km/h

Dopravní proud	Rychlost jízdy na hlavní komunikaci $v_{85\%}$ [km/h] - v [s]
	50
7/1	4,5
6/12	4,7
5/11	6,2
4/10	6,3

Dopravní proud 4:

$$t_{g4} = 6,3 \text{ [s]}$$

Dopravní proud 6:

$$t_{g6} = 4,7 \text{ [s]}$$

Dopravní proud 7

$$t_{g7} = 4,5 \text{ [s]}$$

Hodnoty následných odstupů [7]

Pro výpočet základní kapacity vedlejších dopravních proudů se použije střední hodnota následných časových odstupů t_f všech řidičů pro dané vnější podmínky, viz tab. č.16.

Tab. č. 16 Návrh středních hodnot následného časového odstupu t_f

Druh dopravního proudu	Číslo dopravního proudu	t_f [s]	
		P4	P6
Levé odbočení z hlavní	7/1	2,6	
Pravé odbočení z vedlejší	6/12	3,1	3,7
Přímý průjezd z vedlejší	5/11	3,3	3,9
Levé odbočení z vedlejší	4/10	3,5	4,1

tedy

Dopravní proud 4:

$$t_{f4} = 4,1 \text{ [s]}$$

Dopravní proud 6:

$$t_{f6} = 3,7 \text{ [s]}$$

Dopravní proud 7:

$$t_{f7} = 2,6 \text{ [s]}$$

Základní kapacita [7]

Kapacita dopravních proudů 1. stupně se rovná kapacitě volně se pohybujících dopravních proudů. Všeobecně se udává hodnota 1800 j.v./h.

Pro kapacitu dopravních proudů 2. stupně platí rovnost se základní kapacitou

$$C_n = C_n \quad (4.16)$$

Kapacita dopravních proudů 3. a 4. stupně je vždy nižší než základní kapacita vlivem ovlivněných nadřazených proudů, u kterých s rostoucím stupněm vytížení roste přímo úměrně pravděpodobnost výskytu fronty vozidel. Pro 3. stupeň podřazenosti se potom zohledňuje pravděpodobnost nevzdutí proudů 2. stupně.

Maximální počet vozidel z podřazeného proudu, která mohou projet křižovatkou v časové mezeře mezi vozidly nadřazených dopravních proudů se označuje jako G_n .

$$G_n = \frac{3600}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_H}{3600} \left(t_g - \frac{t_f}{2} \right)} \quad [\text{j.v./h}] \quad (4.17)$$

kde

G_n ... základní kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [voz/h]

I_H ... rozhodující intenzita nadřazených proudů [voz/h]

t_g ... kritický časový odstup [s]

t_f ... následný časový odstup [s]

Vztah základní kapacity je možné graficky znázornit pro jednotlivé podřazené dopravní proudy se shodnými časovými odstupy t_g , t_f odpovídající nejčastějším rychlostem $v_{85\%}$ na hlavní komunikaci v intravilánu 50km/h. Viz příloha F.

Základní kapacita dopravního proudu 4

$$G_4 = \frac{3600}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_{H4}}{3600} \left(t_g - \frac{t_f}{2} \right)} = \frac{3600}{4,1} \cdot e^{-\frac{1525}{3600} \left(6,3 - \frac{4,1}{2} \right)} \quad (4.17)$$

$$G_4 = 145,1 \text{ [j.v./h]}$$

Základní kapacita dopravního proudu 6

$$G_6 = \frac{3600}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_{H6}}{3600} \left(t_g - \frac{t_f}{2} \right)} = \frac{3600}{3,7} \cdot e^{-\frac{734}{3600} \left(4,7 - \frac{3,7}{2} \right)} = 544,2 \quad (4.17)$$

$$G_6 = 544,2 \text{ [j.v./h]}$$

Základní kapacita dopravního proudu 7

$$G_7 = \frac{3600}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_{H7}}{3600} \left(t_g - \frac{t_f}{2} \right)} = \frac{3600}{2,6} \cdot e^{-\frac{791}{3600} \left(4,5 - \frac{2,6}{2} \right)} \quad (4.17)$$

$$G_7 = 685,4 \text{ [j.v./h]}$$

Kapacita jízdního pruhu dopravního proudu druhého stupně [7]

Kapacita jízdního pruhu proudů druhého stupně C_n se rovná základní kapacitě G_n . Pro vozidla odbočující vlevo z hlavní komunikace (dopravní proud 7) a pro vozidla odbočující vpravo z vedlejší komunikace (dopravní proud 6) platí vztah:

$$C_n = G_n \text{ [j.v./h]} \quad (4.18)$$

kde

n ... dopravní proudy 7,6 [-]

C_n ... kapacita jízdního pruhu n -tého proudu [j.v./h]

G_n ... základní kapacita jízdního pruhu n -tého proudu [j.v./h]

Kapacita jízdního pruhu dopravního proudu 6

$$C_6 = G_6 = 544,2 \text{ [j.v./h]} \quad (4.18)$$

Kapacita jízdního pruhu dopravního proudu 7

$$C_7 = G_7 = 685,4 \text{ [j.v./h]} \quad (4.18)$$

Kapacita jízdního pruhu dopravního proudu třetího stupně [7]

Pro zjištění kapacity C_4 pro dopravní proud 4 (třetího stupně) se na stykové křižovatce násobí základní kapacita hodnotou pravděpodobnosti $p_{0,n}$, vyjadřující nevzdutí nadřazeného proudu druhého stupně pro odbočování vlevo (proud 7), podle vztahu:

$$C_n = p_{0,n} \cdot G_n \text{ [j.v./h]} \quad (4.19)$$

kde

C_n ... kapacita jízdního pruhu proudu 4 [j.v./h]

G_n ... základní kapacita jízdního pruhu proudu 4 [voz/h]

$p_{0,n}$... pravděpodobnost nevzdutého stavu nadřazeného proudu n [-] vypočtená podle vztahu:

$$P_{0,n} = \max \left\{ \begin{matrix} 1 - a_v \\ 0 \end{matrix} \right\} = \max \left\{ 1 - \frac{I_n}{C_n} \right\} \quad (4.20)$$

kde

n ... dopravní proudy 7,6 [-]

a_v ... stupeň vytížení pro n -tý proud [-]

I_n ... intenzita dopravy dopravního proudu n [j.v./h]

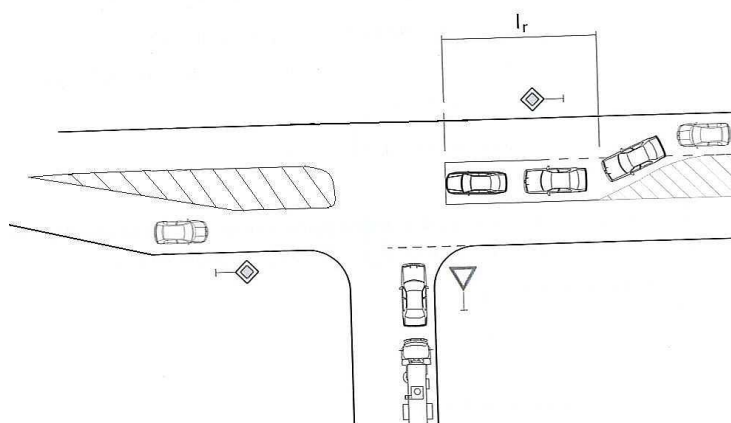
C_n ... kapacita jízdního pruhu n -tého proudu [j.v./h]

Výpočet pravděpodobnosti nevzdutého stavu dopravního proudu 7 se samostatným odbočovacím pruhem.

$$P_{0,7} = \max \left\{ 1 - \frac{I_n}{C_n} \right\} = \max \left\{ 1 - \frac{72}{685,4} \right\} = 0,895 \quad (4.20)$$

Výpočet kapacity dopravního proudu 4. Dopravní proud 7 má samostatný jízdní pruh:

$$C_4 = P_{0,7} \cdot G_4 = 0,895 \cdot 145,1 = 129,8 \text{ [j.v./h]} \quad (4.19)$$



Obr. č.4.6 Na hlavní komunikaci je samostatný pruh pro odbočení vlevo

Stanovení střední doby zdržení [7]

Střední doba zdržení závisí na rezervě kapacity jízdního pruhu příslušného proudu, příp. smíšených proudů, a na její kapacitě. Před stanovením hodnot t_w vyjadřované

v sekundách je nutné ze znalosti návrhové intenzity dopravních proudů a vypočtené kapacity pruhu stanovit rezervu kapacity $Re z$ podle vztahu:

$$Re z = C_n - I_n \quad (4.21)$$

kde

$Re z$... rezerva kapacity [j.v./h]

C_n ... kapacita pruhu [j.v./h]

I_n ... intenzita dopravního proudu n nebo smíšených proudů n [j.v./h]

Rezerva kapacity dopravního proudu 4

$$Re z_4 = C_4 - I_4 = 129,8 - 91 = 38,8 \text{ [j.v./h]} \quad (4.21)$$

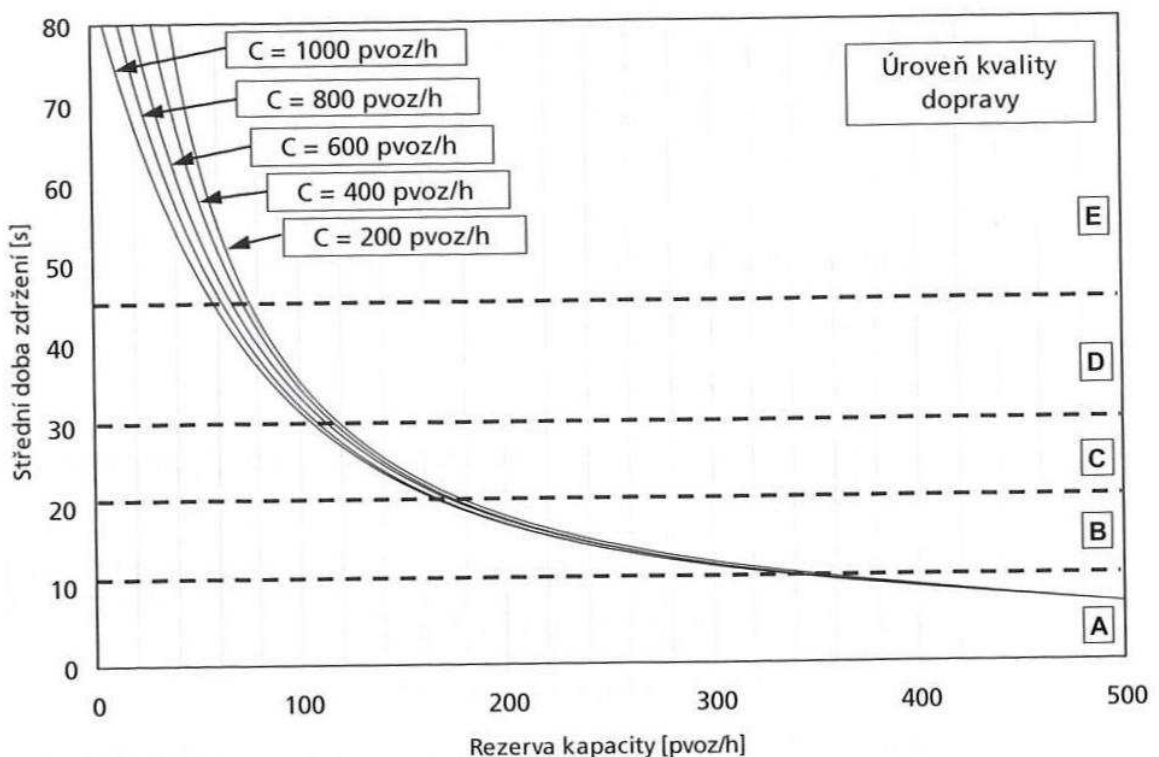
Rezerva kapacity dopravního proudu 6

$$Re z_6 = C_6 - I_6 = 544,2 - 120 = 424,2 \text{ [j.v./h]} \quad (4.21)$$

Rezerva kapacity dopravního proudu 7

$$Re z_7 = C_7 - I_7 = 685,4 - 72 = 613,4 \text{ [j.v./h]} \quad (4.21)$$

Pro hodnoty střední doby zdržení t_w vyšší než 45 s je charakteristický vysoký stupeň vytížení a_v . Hodnota t_w pro tento stav je vysoce citlivá v závislosti na kapacitě a její rezervě. Citlivost růstu střední doby zdržení v závislosti na poklesu rezervy kapacity je výrazně vyšší pro dopravní proudy s menší kapacitou.



Obr. č.4.7 Vztah střední doby zdržení na kapacitě a její rezervě

Z grafu vidíme, že dopravní proud 4 při rezervě kapacity 38,8 [j.v./h] je střední doba zdržení t_w velmi vysoká a dosahujeme stupně kvality E.

Střední doba zatížení je odvozena z rovnic Kimber/Hollis, odvozených z teorie front, závislé na kapacitě jízdního pruhu a její rezervě podle vztahu:

$$t_w = D_1 + E + \frac{1}{\mu} \quad (4.22)$$

$$D_1 = \frac{1}{2} \cdot (\sqrt{F^2 + G} - F) \quad (4.23)$$

$$F = \frac{1}{\mu_0 - q_0} \cdot \left[\frac{T}{2} \cdot (\mu - q) \cdot y + \left(y - \frac{\mu - \mu_0 + q_0}{\mu} \right) \right] + E \quad (4.24)$$

$$G = \frac{2 \cdot T \cdot y}{\mu_0 - q_0} \cdot \left[\frac{q}{\mu} - (\mu - q) \cdot E \right] \quad (4.25)$$

$$E = \frac{q_0}{\mu_0 \cdot (\mu_0 - q_0)} \quad (4.26)$$

$$y = 1 - \frac{\mu - \mu_0 + q_0}{q} \quad (4.27)$$

kde

t_w ... střední doba zadržení v intervalu T [s]

T ... doba trvání požadovaného intervalu [s], T=3600s

μ ... kapacita pruhu podřazeného dopravního proudu v uvažovaném intervalu

$$[\text{j.v./s}], \mu = \frac{C_n}{3600} \quad (4.28)$$

$$q \text{ ... intenzita podřazeného dopravního proudu } [\text{j.v./s}], q = \frac{I_n}{3600} \quad (4.29)$$

$$\mu_0 \text{ ... kapacita v čase po špičkovém intervalu } [\text{j.v./s}], \mu_0 = \frac{1600}{3600} \quad (4.30)$$

q_0 ... intenzita podřazeného dopravního proudu po špičkovém intervalu

$$q = \frac{I_{nmš}}{3600} [\text{j.v./s}] \quad (4.31)$$

Výpočet střední doby zatížení pro proud 4

$$\mu = \frac{C_4}{3600} = \frac{129,8}{3600} = 0,036 \quad (4.28)$$

$$\mu_0 = \frac{1600}{3600} = 0,444 \quad (4.30)$$

$$q = \frac{I_4}{3600} = \frac{91}{3600} = 0,025 \quad (4.29)$$

$$q_0 = \frac{I_{4mš}}{3600} = \frac{36}{3600} = 0,011 \quad (4.31)$$

$$y = 1 - \frac{\mu - \mu_0 + q_0}{q} = 1 - \frac{0,036 - 0,444 + 0,011}{0,025} = 20,95 \quad (4.27)$$

$$E = \frac{q_0}{\mu_0 \cdot (\mu_0 - q_0)} = \frac{0,011}{0,444 \cdot (0,444 - 0,011)} = 0,05 \quad (4.26)$$

$$G = \frac{2 \cdot T \cdot y}{\mu_0 - q_0} \cdot \left[\frac{q}{\mu} - (\mu - q) \cdot E \right] \quad (4.25)$$

$$G = \frac{2 \cdot 3600 \cdot 20,95}{0,444 - 0,011} \cdot \left[\frac{0,025}{0,036} - (0,036 - 0,025) \cdot 0,05 \right] = 347309$$

$$F = \frac{1}{\mu_0 - q_0} \cdot \left[\frac{T}{2} \cdot (\mu - q) \cdot y + \left(y - \frac{\mu - \mu_0 + q_0}{\mu} \right) \right] + E \quad (4.24)$$

$$F = \frac{1}{0,444 - 0,011} \cdot \left[\frac{3600}{2} \cdot (0,036 - 0,025) \cdot 347309 + \left(\frac{0,036 - 0,444 + 0,011}{0,036} \right) \right] + 0,05$$

$$F = 1010$$

$$D_1 = \frac{1}{2} \cdot \left(\sqrt{F^2 + G} - F \right) = \frac{1}{2} \cdot \left(\sqrt{1010^2 + 347309} - 1010 \right) \quad (4.23)$$

$$D_1 = 79,63$$

$$t_w = D_1 + E + \frac{1}{\mu} = 79,63 + 0,05 + \frac{1}{0,036} = 107,41 \text{ [s]} \quad (4.22)$$

Tab. č. 17 Tabulka střední doby zdržení pro dopravní proudy 4, 6 a 7

	Dopravní proud		
Hodnota	4	6	7
t_w [s]	107,41	15,11	11,14
T	3600	3600	3600
μ	0,04	0,15	0,19
q	0,03	0,03	0,02
μ_0	0,44	0,44	0,44
q_0	0,01	0,01	0,01
D_1	79,63	8,43	5,85
F	1010,71	6198,57	13157,92
G	347309,15	209295,07	307795,45
E	0,05	0,07	0,04
y	20,95	12,53	18,66

Stanovení délky fronty [7]

Délka fronty na vjezdech do neřízené křižovatky se dimenzuje na 95%-ní pravděpodobnost uvažované délky fronty. Znamená to, že v 95% času během špičkové hodiny je fronta kratší, než udává hodnota $N_{95\%}$. Ve zbývajících 5% času se připouští fronta vozidel delší. Délka fronty $N_{95\%}$ se určí podle obrázku č. 4.7 na základě stupně vytížení a_v a hodnoty kapacity C_n . Stupeň vytížení je dán vztahem:

$$a_v = \frac{I_n}{C_n} \quad (4.32)$$

kde

a_v ... stupeň vytížení [-]

I_n ... návrhová intenzita dopravního proudu n [voz/h]

C_n ... kapacita pruhu dopravního proudu n [voz/h]

Stupeň vytížení proudu 4

$$a_{v4} = \frac{I_4}{C_4} = \frac{91}{129,5} = 0,7 \quad (4.32)$$

Stupeň vytížení proudu 6

$$a_{v6} = \frac{I_6}{C_6} = \frac{120}{544,2} = 0,22 \quad (4.32)$$

Stupeň vytížení proudu 7

$$a_{v7} = \frac{I_7}{C_7} = \frac{72}{685} = 0,1 \quad (4.32)$$

Délka fronty $N_{95\%}$ na obrázku č. 4.6 je dána následujícím vztahem:

$$N_{95\%} = \frac{3}{2} \cdot C_n \cdot \left(a_v - 1 + \sqrt{(1 - a_v)^2 + 3,0 \cdot \frac{8 \cdot a_v}{C_n}} \right) \quad (4.33)$$

kde

$N_{95\%}$... délka fronty [m]

a_v ... stupeň vytížení [-]

C_n ... kapacita pruhu dopravního proudu n [voz/h]

Délka fronty $N_{95\%}$ pro proud 4

$$N_{95\%} = \frac{3}{2} \cdot C_4 \cdot \left(a_{v4} - 1 + \sqrt{(1 - a_{v4})^2 + 3,0 \cdot \frac{8 \cdot a_{v4}}{C_4}} \right) \quad (4.33)$$

$$N_{95\%} = \frac{3}{2} \cdot 129,8 \cdot \left(0,7 - 1 + \sqrt{(1 - 0,7)^2 + 3,0 \cdot \frac{8 \cdot 0,7}{C_4}} \right)$$

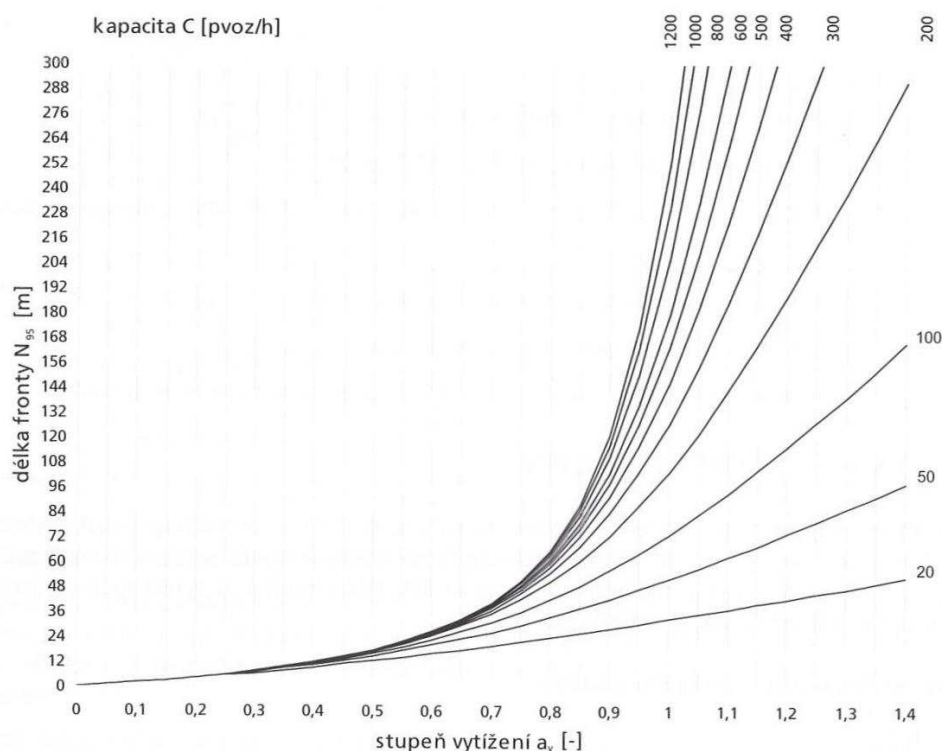
$$N_{95\%} = 32,88 \text{ m}$$

Délka fronty $N_{95\%}$ pro proud 6

$$N_{95\%} = 5,1 \text{ [m]}$$

Délka fronty $N_{95\%}$ pro proud 7

$$N_{95\%} = 2,1 \text{ [m]}$$



Obr. č. 4.8 Délka fronty $N_{95\%}$ na vjezdech do neřízené křižovatky v závislosti na stupni vytížení a_v

Tento návrh ukazuje dostatečné rezervy a malé čekací doby u dopravních proudů 6 a 7. Dopravní proud 4, díky vysokým intenzitám proudů 2 a 8, výpočtově vychází stále jako nestabilní.

5. Zhodnocení návrhů z hlediska ekonomického a z hlediska bezpečnosti

Návrhy křižovatky lze posoudit jak z hlediska ekonomického, tak z hlediska jejich výhod a nevýhod. Ekonomické vyčíslení úprav znázorňuje příloha G. [8]

5.1. Ekonomické zhodnocení SSZ

Tabulka č. 18 znázorňuje přibližnou cenu navrženého signalizačního zařízení. Cenu nejvíce ovlivňuje samotné světelné signalizační zařízení a jeho montáž. Taktéž je u výstavby SSZ potřeba počítat s velkou finanční rezervou.

Tab. č. 18 Ceník úprav - SSZ

Ceník úprav - SSZ				
Stavební úpravy	Množství	Jednotka	Cena jednotky [Kč]	Cena za položku [Kč]
Rekonstrukce vozovky	471	m ²	3500	1648500
Vybudování chodníku - zámková dlažba	117	m ²	600	70200
Rezerva	1	ks	50000	50000
Dopravní značení		Jednotka	Cena jednotky [Kč]	Cena za položku [Kč]
Vodorovné dopravní značení	43	m ²	450	19350
Odstranění vodorovného dopravního značení	5	m ²	180	900
Svislé dopravní značení	8	ks	5375	43000
Montáž a demontáž svislého dopravního značení	11	ks	600	6600
Světelné signalizační zařízení		Jednotka	Cena jednotky [Kč]	Cena za položku [Kč]
Nosný materiál - stožáry, návěstidla	1	celek	900000	900000
Montáž	1	celek	500000	500000
Zemní práce	1	celek	400000	400000
Řadič světelné signalizace	1	celek	700000	700000
Zpracování signálního plánu	1	celek	60000	60000
Rezerva	1	ks	500000	500000
Cena celkem [Kč]				4 898550

Výhody navrženého SSZ:

- bezpečnost provozu (SSZ zabraňuje současnému průjezdu vozidlům s kolizními body)
- bezpečnost chodců (možnost přecházení ve druhé fázi, kdy žádný z projíždějících proudů není kolizní s místem přecházení pro chodce)

- možnost koordinace se SSZ na křižovatce Opavské – 17. listopadu a se SSZ na křižovatce Opavská – Krásnopolská
- větší rozměry křižovatky zajistí bezpečnější průjezd odbočujícími rozměrným vozidlům

Nevýhody navrženého SSZ:

- při neprovozním stavu SSZ je umožněn současný průjezd vozidlům s kolizními body
- zhoršení podmínek životního prostředí: zvýšená exhalace plynů u rozjíždějících vozidel, hluk, vibrace
- závislost na elektrické energii
- vysoká cena

5.2. Ekonomické zhodnocení neřízené křižovatky

Tab. č. 19 znázorňuje přibližnou cenu navržené neřízené křižovatky. Cenu nejvíce ovlivňují stavební úpravy.

Tabulka č. 19 Ceník úprav neřízené křižovatky

Ceník úprav - neřízená křižovatka				
Stavební úpravy	Množství	Jednotka	Cena jednotky [Kč]	Cena za položku [Kč]
Rekonstrukce vozovky	544	m ²	3500	1904000
Vybudování chodníku - zámková dlažba	146	m ²	600	87600
Rezerva	1	ks	50000	50000
Dopravní značení		Jednotka	Cena jednotky [Kč]	Cena za položku [Kč]
Vodorovné dopravní značení	38	m ²	450	17100
Odstranění vodorovného dopravního značení	5	m ²	180	900
Svislé dopravní značení	5	ks	5375	26875
Montáž a demontáž svislého dopravního značení	8	ks	600	4800
Cena celkem [Kč]				2 091275

Výhody navržené neřízené křižovatky:

- plynulost provozu na hlavní komunikaci (ulehčení dopravnímu proudu 8)
- větší plynulost provozu při výjezdu z vedlejší pozemní komunikace (proud 4 ovlivňuje proud 6 podstatně méně než za současného stavu)

- jednoduchá údržba
- malé čekací doby při odbočování proudů 6 a 8
- nižší cena

Nevýhody navržené neřízené křižovatky:

- velká čekací doba u dopravního proudu 4
- neodstranění kolizních bodů
- není zaručena bezpečnost chodců

5.3. Celkové zhodnocení

Návrh SSZ má velkou nevýhodu ve vysoké pořizovací ceně, kterou tvoří zejména nosný materiál, řadič světelné organizace a montáž SSZ, dále pak rozsáhlejší stavební úpravy. SSZ je závislé na elektrické energii a je nutná pravidelná údržba. Je zde negativně ovlivněno životní prostředí z důvodu zvýšené exhalace výfukových plynů rozjíždějících se vozidel, a dále vibrace a hluk. Výhodou je ovšem vysoká bezpečnost účastníků silničního provozu a to jak řidičů vozidel tak chodců. Je zamezeno problému kolizních bodů současně projíždějících vozidel, chodci nejsou ve druhé fázi ohroženi projíždějícími vozidly.

Návrh neřízené křižovatky má výrazně nižší pořizovací cenu, jednoduchou údržbu, zajišťuje plynulejší provoz a neomezuje nejvíce zatížené dopravní proudy 2 a 8. Je zde možnost vystavit místo pro přecházení chodců nebo přechod pro chodce. Nevýhodou je nižší bezpečnost v důsledku neodstranění problému kolizních bodů jedoucích vozidel, nižší bezpečnost chodců a vysoká čekací doba dopravního proudu 4.

Vzhledem ke kladení důrazu na bezpečnost provozu a množství kritických situací na křižovatce volím návrh světelného signalizačního zařízení i přes podstatně vyšší cenu.

Veškerá výkresová dokumentace se nachází v příloze G.

6. Závěr

Na začátku práce jsem se zabýval lokalizací a popisem křižovatky Studentská – Opavská v Ostravě-Porubě. Provedl jsem potřebné dopravní průzkumy, ze kterých jsem určil počet projíždějících vozidel a zjistil skladbu dopravních proudů v daném čase. Následně jsem vypracoval pro grafické znázornění kartogram a pentlogram dané křižovatky.

V další části jsem vyhodnotil dostupné informace o rychlostech projíždějících vozidel, provedl analýzu dopravních nehod a konfliktních situací na dané křižovatce.

Hlavní část práce se zabývá návrhy stavebně – technických úprav křižovatky. Hlavním cílem práce bylo dosáhnout zvýšení plynulosti a bezpečnosti provozu.

První varianta je návrh světelného signalizačního zařízení na dané křižovatce. Bylo potřeba zkonstruovat plán navrhované křižovatky, určit fáze signálního plánu a zhotovit výpočet fiktivního zařízení. Dále jsem zjistil potřebnou délku zelené pro jednotlivé fáze, celkovou délku cyklu, určil kapacity vjezdů a jejich rezervy a vypočítal potřebné délky řadících pruhů. Na závěr jsem vypracoval signální plán SSZ a výkres křižovatky.

Druhá varianta je návrh neřízené stykové křižovatky. V první části bylo potřeba zhodnotit úroveň kvality dopravy a navrhnout plán křižovatky. V další části jsem provedl výpočty kapacit a středních dob zdržení jednotlivých dopravních proudů. Dále jsem vypočítal délku fronty, ze kterých jsem provedl návrh délek řadících pruhů.

Zhotovil jsem výkresy návrhů křižovatky se SSZ a neřízené křižovatky a tyto návrhy jsem zhodnotil z hlediska ekonomického i z hlediska bezpečnosti.

Návrh světelného signalizačního zařízení hodnotím pozitivně z hlediska bezpečnosti, jelikož odstraňuje problém kolizních bodů současně projíždějících vozidel. Chodci mohou využít přechodu pro chodce ve druhé fázi, kdy tímto místem neprojíždí vozidla. Pro chodce byl navrhnout chodník a přechod pro chodce. Křižovatka byla rozšířena, a tím došlo k umožnění bezpečného průjezdu rozměrnějších vozidel zejména při odbočování. Negativně hodnotím u návrhu SSZ vysokou cenu, závislost na elektrické energii, vyšší nároky na údržbu a negativní ovlivnění životního prostředí v okolí křižovatky.

Návrh neřízené stykové křižovatky zajistí plynulejší průjezd na hlavní komunikaci, zejména pak odstraní problém zdržování dopravního proudu ve směru Ostrava – Opava. Komunikace byla rozšířena, a tím došlo stejně jako u návrhu SSZ k bezpečnějšímu průjezdu rozměrnějších vozidel. Cena neřízené stykové křižovatky je podstatně nižší než u návrhu SSZ. Negativně hodnotím zejména nižší bezpečnost chodců i vozidel a vysokou čekací dobu dopravního proudu na vedlejší komunikaci.

Po zvážení výhod a nevýhod obou návrhů jsem zvolil návrh křižovatky se světelným signalizačním zařízením. Tato varianta poskytuje vyšší bezpečnosti vozidel i chodců, vyhovující kapacitu i rezervy.

7. Seznam použité literatury

- [1] DANĚK, Jan; KŘIVDA, Vladislav. Základy dopravy, Ostrava: VŠB-TU, 2007, 192s. ISBN 978-80-248-0410-1
- [2] *Mapy.cz* [online]. [cit. 2009-10-10]. Dostupný z WWW: <http://mapy.cz/>
- [3] KŘIVDA, Vladislav. Základy organizace a řízení silniční dopravy, Ostrava: VŠB-TU, 2006, 156s. ISBN 978-80-248-1253-3
- [4] *floreon* [online]. [cit. 2010-5-5]. Dostupný z WWW: <http://floreon.vsb.cz/>
- [5] FOLPRECHT, Jan; KŘIVDA, Vladislav. Organizace a řízení dopravy I, Ostrava: VŠB-TU, 2006, 158s. ISBN 80-248-1030-1
- [6] Technické podmínky TP 81. Zásady pro navrhování světelných signalizačních zařízení na pozemních komunikacích. Brno: CDV, 2. vydání, 2006. 130s. ISBN 80-86502-30-9
- [7] Technické podmínky TP 188. Posuzování kapacity neřízených úrovnových křižovatek. Liberec: EDIP, Nakladatelství Koura publishing. 2007. 64s. ISBN 978-80-902527-6-9
- [8] ŠÍMA, Ladislav. *Osobní sdělení*. Ostravské komunikace a.s., Ostrava. [2010-4-28]

8. Přílohy

8.1. Seznam příloh:

Příloha A: Dopravní průzkum na křižovatce Studentská – Opavská

Příloha B: Tabulka vyklizovací a najížděcí rychlosti

Příloha C: Tabulky najíždějících směrů

Příloha D: Jednotlivé mezičasy mezi jednotlivými fázemi

Příloha E: Koeficienty k

Příloha F: Rozhodující intenzity nadřazených dopravních proudů

Příloha G: Ceník úprav

Příloha H: Výkresová dokumentace

Příloha A: Dopravní průzkum na křižovatce Studentská – Opavská

- datum průzkumu: 26.11.2009
- čas měření: 15:00 – 17:00
- místo měření: 40m od křižovatky, směr ke kolejím VŠB
- povětrnostní podmínky: slunečno, 15° C
- jméno měřícího: Bohuslav Zemánek, Michal Kolák

Druh	Počet [voz]	Procenta [%]
Osobní automobily	1576	94,4
Nákladní automobily	67	4,0
MHD, jízdní soupravy	27	1,6
Celkem	1670	100,0

Příloha B: Tabulka vyklizovací a najížděcí rychlosti

Vyklizovací a najížděcí rychlosti		
	km/h	m/s
Motorová vozidla		
v přímém směru	35	9,7
v oblouku	25	7
Tramvaje		
v přímém směru a v obloucích o poloměru 60 m nebo větším v úsecích bez kolejových konstrukcí	25	7
v obloucích o poloměru 25 - 60m	20	5,6
v obloucích o poloměru menším než 25m	15	4,2
v místech výhybek a kolejových křižovatek	15	4,2
v místech výhybek při jízdě proti hrotům do odbočky	10	2,8
Cyklisti	15	4,2
Tramvaje	5	1,4

Délka vyklizujícího vozidla je pak stanovena takto:	metry
Motorová vozidla	5
Tramvaje	15
Cyklisti, chodci	0

Bezpečnostní doba tb	sekundy
Motorová vozidla	2
Tramvaje	1
Cyklisti, chodci	0

Příloha C: Tabulky najíždějících směrů

Tabulka Najíždějící směr A1

Najíždí	vyklizuje		
A1	B2	C1	C2
L_v	18,3	3,0	3,0
I_n	27,0	22,3	28,7
V_v	7,0	7,0	7,0
V_n	9,7	9,7	9,7
I_{voz}	5,0	5,0	5,0
t_v	3,3	1,1	1,1
t_n	2,8	2,3	3,0
t_b	2,0	2,0	2,0
t_m	2,5	0,8	0,2
$t_{mskut} [s]$	3,0	1,0	1,0

Tabulka Najíždějící směr A2

Najíždí	vyklizuje
A2	B2
L_v	17,1
I_n	18,9
V_v	7,0
V_n	7,0
I_{voz}	5,0
t_v	3,2
t_n	2,7
t_b	2,0
t_m	2,5
$t_{mskut} [s]$	3,0

Tabulka Najíždějící směr B1

Najíždí	vyklizuje
B1	C1
L_v	10,0
I_n	8,0
V_v	7,0
V_n	7,0
I_{voz}	5,0
t_v	2,1
t_n	1,1
t_b	2,0
t_m	3,0
$t_{mskut} [s]$	3,0

Tabulka Najíždějící směr B2

Najíždí	vyklizuje		
B2	A1	A2	C1
L_v	27,0	18,9	11,5
I_n	18,3	17,1	4,0
V_v	9,7	7,0	7,0
V_n	7,0	7,0	7,0
I_{voz}	5,0	5,0	5,0
t_v	3,3	3,4	2,4
t_n	2,6	2,4	0,6
t_b	2,0	2,0	2,0
t_m	2,7	3,0	3,8
$t_{mskut} [s]$	3,0	3,0	4,0

Tabulka Najíždějící směr C1

Najíždí	vyklizuje		
C1	A1	B1	B2
L_v	22,3	8,0	4,0
I_n	3,0	10,0	11,5
V_v	9,7	9,7	7,0
V_n	7,0	7,0	7,0
I_{voz}	5,0	5,0	5,0
t_v	2,8	1,3	1,3
t_n	0,4	1,4	1,6
t_b	2,0	2,0	2,0
t_m	4,4	1,9	1,6
$t_{mskut} [s]$	5,0	2,0	2,0

Tabulka Najíždějící směr C2

Najíždí	vyklizuje
C2	A1
L_v	28,3
I_n	3,0
V_v	9,7
V_n	7,0
I_{voz}	5,0
t_v	3,4
t_n	0,4
t_b	2,0
t_m	5,0
$t_{mskut} [s]$	5,0

Příloha D: Jednotlivé mezičasy mezi jednotlivými fázemi

Tabulka Mezičasy pro vyklizovací 1. fázi a najíždějící 2. fázi

1→2	Najíždí z 2.F	
vyklizuje	B2	C2
A1	3	5
A2	3	-
B1	-	-
Tm12[s]	5	

Tabulka Mezičasy pro vyklizovací 1. fázi a najíždějící 3. fázi

1→3	Najíždí z 3.F
vyklizuje	C1
A1	5
A2	
B1	2
Tm13[s]	5

Tabulka Mezičasy pro vyklizovací 2. fázi a najíždějící 1. fázi

2→1	Najíždí z 1.F		
vyklizuje	A1	A2	B1
B2	3	3	-
C2	1	-	-
Tm21[s]	3		

Tabulka Mezičasy pro vyklizovací 2. fázi a najíždějící 3. fázi

2→3	Najíždí z 3.F
vyklizuje	C1
B2	2
C2	-
Tm23[s]	2

Tabulka Mezičasy pro vyklizovací 3. fázi a najíždějící 1. fázi

3→2	Najíždí z 2.F	
vyklizuje	B2	C2
C1	4	-
Tm32[s]	4	

Tabulka Mezičasy pro vyklizovací 3. fázi a najíždějící 2. fázi

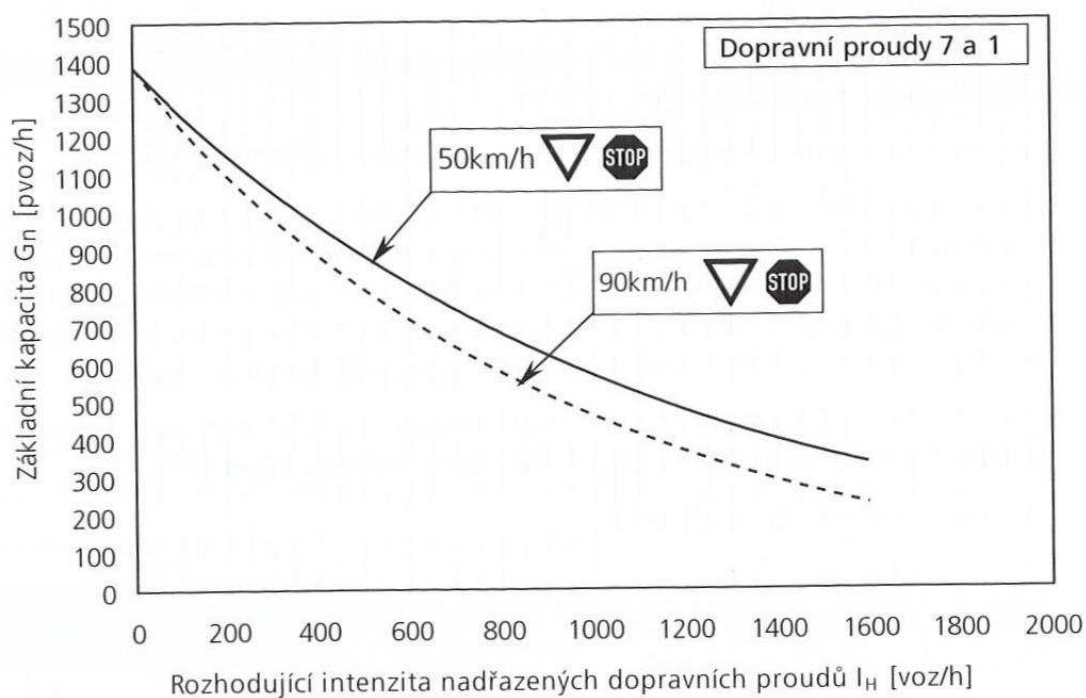
3→1	Najíždí z 1.F		
vyklizuje	A1	A2	B1
C1	1	-	3
Tm31[s]	3		

Příloha E: Koeficienty k

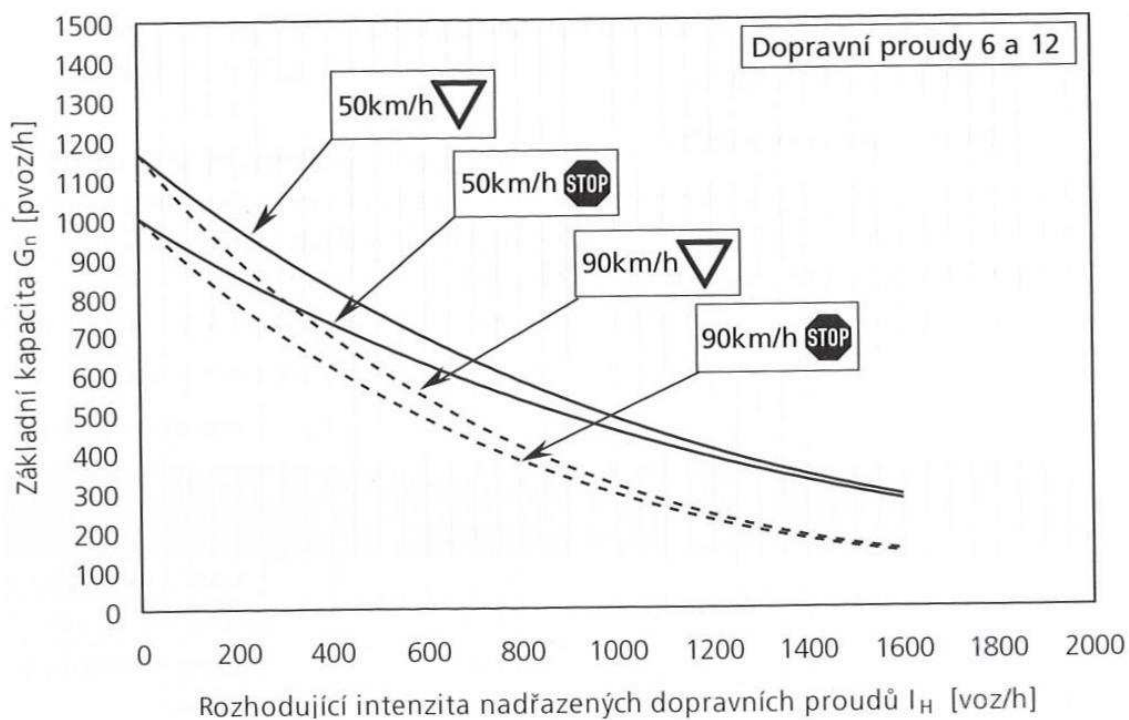
Tabulka: Koeficienty k pro výpočet fiktivního zařízení M

Určení koeficientu k		
a) šířka řadícího pruhu k_s		[m]
		k_s
		2,27
		1,15
b) sklonové poměry k_{skl}	stoupání	sklon [%]
		k_{skl}
	klesání	3,5
		1,1
c) poměry odbočování k_r	3,0 3,5	1,15
		1
	3,75	0,85
		0,85
d) odbočující a přímo jedoucí vozidla v jednom řadícím pruhu	odbočujících [%]	k_{odb}
		k_{odb}
	10	1,05
		1,1
e) počet řadících pruhů pro tentýž směr na jednom vjezdu	20	1,2
		1,2
	30 a více	1,2
		1,2
f) vozidla odbočující současně s přecházejícími chodci, přechod je zatížen	[m]	k_n
		k_n
	2 pruhy	3,5
		1,05
g) intenzita chodců	2 pruhy	3
		1,1
	3 pruhy	3
		1,15
f) vozidla odbočující současně s přecházejícími chodci, přechod je zatížen	zatížení	
	slabě	1
		1,1
g) intenzita chodců	středně	1,1
		1,1
	silně	1,2
		1,2
g) intenzita chodců	intenzita	k_{ch}
		k_{ch}
	slabě	1,05
		1,1
f) vozidla odbočující současně s přecházejícími chodci, přechod je zatížen	středně	1,1
		1,1
	silně	1,15
		1,15

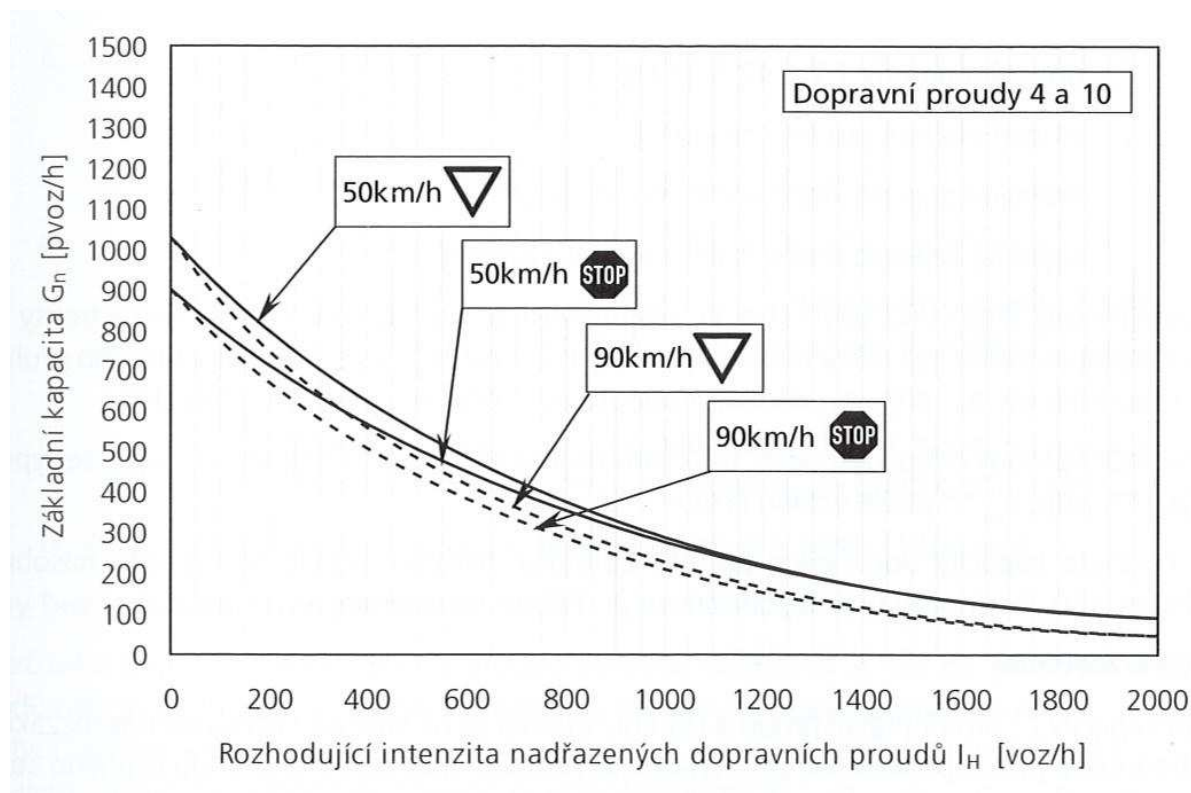
Příloha F: Rozhodující intenzity nadřazených dopravních proudů



Obr: Vztah základní kapacity dopravních proudů 7 a 1 na rozhodující intenzitě nadřazených dopravních proudů



Obr: Vztah základní kapacity dopravních proudů 6 a 12 na rozhodující intenzitě nadřazených dopravních proudů

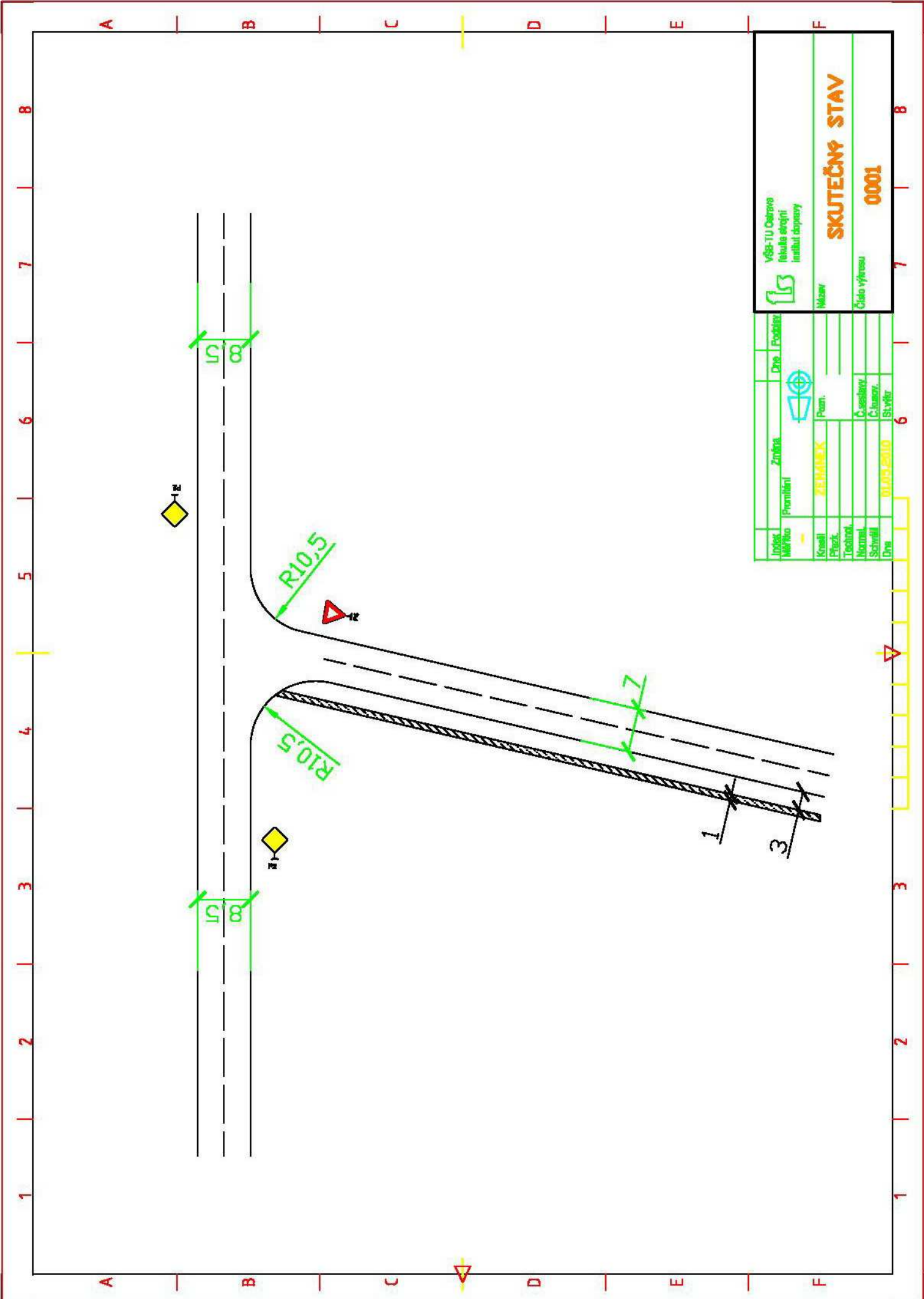


Obr: Vztah základní kapacity dopravních proudů 4 a 10 na rozhodující intenzitě nadřazených dopravních proudů

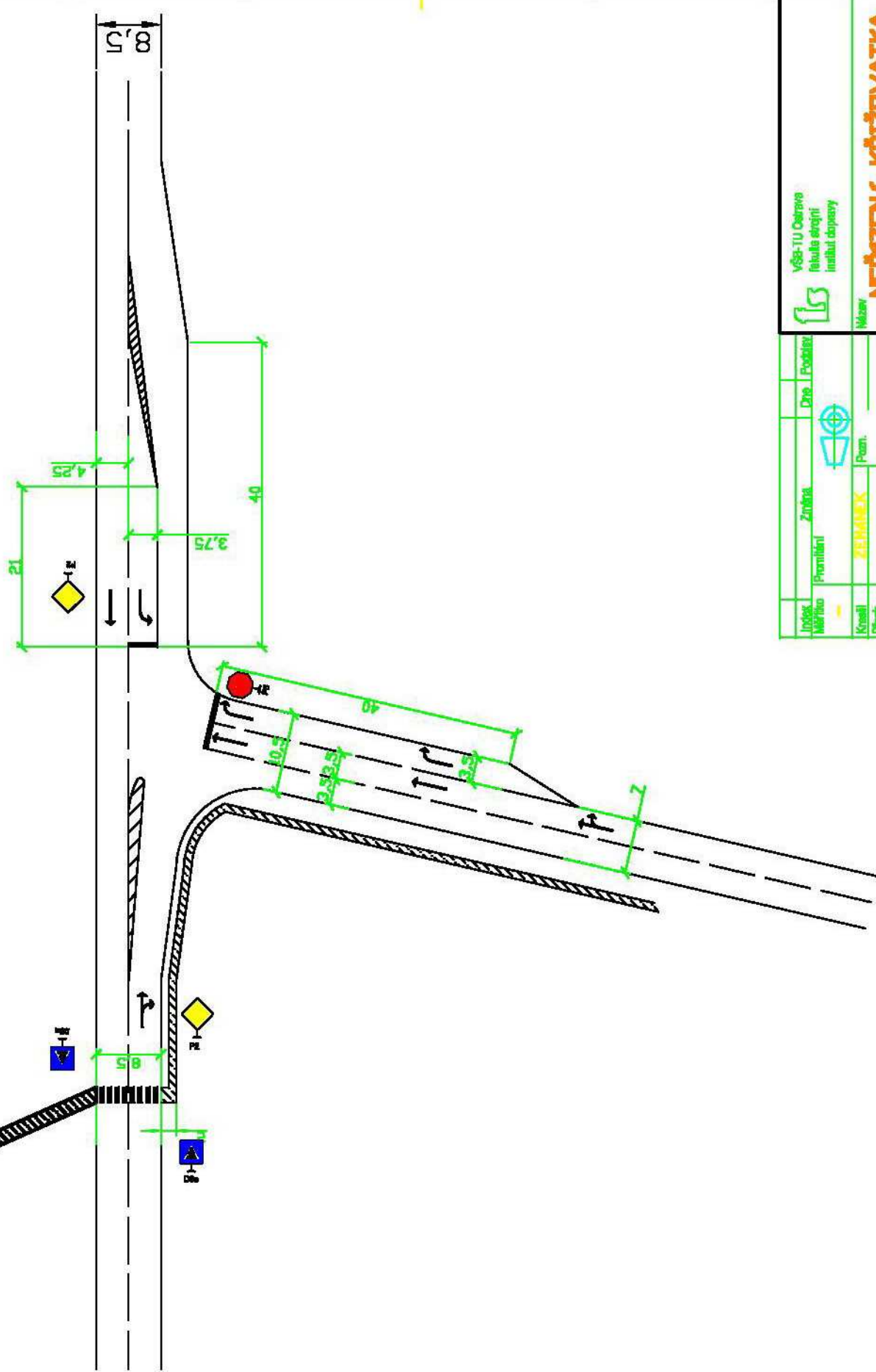
Příloha G: Ceník úprav [8]

Ceník úprav		
Stavební úpravy	Jednotka	Cena jednotky [Kč]
Rekonstrukce vozovky	m ²	3500
Vybudování chodníku - zámková dlažba	m ²	600
Dopravní značení	Jednotka	Cena jednotky [Kč]
Vodorovné dopravní značení	m ²	450
Odstranění vodorovného dopravního značení	m ²	180
Svislé dopravní značení	ks	5375
Montáž a demontáž svislého dopravního značení	ks	600
Světelné signalizační zařízení	Jednotka	Cena jednotky [Kč]
Nosný materiál - stožáry, návěstidla	celek	900000
Montáž	celek	500000
Zemní práce	celek	400000
Řadič světelné signalizace	celek	700000
Zpracování signálního plánu	celek	60000

Příloha H: Výkresová dokumentace



Index Měřeno	Prostřední	Změna	Dne	Podpis
Kreslil	ZEMLANEX	Pracn.		
Projek.				
Technol.				
Norma				
Schválil				
Dne	01.03.2010			
SKUTEČNÝ STAV				
00001				
VŠB-TU Ostrava Instituta inženýrské instituta dopravy				
Město				
Číslo výkresu				



VŠB-TU Ostrava Instituta inženýrské instituta dopravy		Dne Podpis:	
Mázev		Změna	
Číslo výkresu		Prům.	
00002		Časový	
		Číslov.	
		Stav.	
		Dne	
		01.03.2010	

